

STUK-B 116 / KESÄKUU 2010

B

Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta

Vuosiraportti 2009

Erkki Rantanen (toim.)

Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta

Vuosiraportti 2009

Erkki Rantanen (toim.)

Tämän raportin laadintaan ovat osallistuneet

Riina Alén

Ritva Bly

Ritva Havukainen

Santtu Hellstén

Kari Jokela

Hannu Järvinen

Markus Kangasniemi

Eero Kettunen

Jarno Koikkalainen

Helinä Korpela

Markku Koskelainen

Antti Kosunen

Maaret Lehtinen

Mika Markkanen

Eero Oksanen

Markku Pirinen

Jaakko Tikkinen

Eija Venelampi

Reijo Visuri

ISBN 978-952-478-542-6 (nid.) Edita Prima Oy, Helsinki 2010

ISBN 978-952-478-543-3 (pdf)

ISSN 0781-1713

RANTANEN Erkki (toim.). Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta. Vuosiraportti 2009. STUK-B 116. Helsinki 2009. 32 s. + liitteet 12 s.

Avainsanat: säteilyn käyttö, säteilytoiminta, turvallisuuslupa, luvasta vapautettu toiminta, säteilyn käytön tarkastukset, säteilylähteet, radioaktiiviset aineet, radioaktiiviset jätteet, työntekijöiden säteilyannokset, luonnonsäteily, ionisoimaton säteily, mittanormaalit, säännöstötyö, tutkimus, kotimainen ja kansainvälinen yhteistyö, viestintä, palvelut, poikkeavat tapahtumat

Tiivistelmä

Vuoden 2009 lopussa säteilyn käyttöä varten oli voimassa 1 742 turvallisuuslupaa. Luvasta vapautettua, mutta ilmoitusvelvollisuuden alaista hammasröntgentoimintaa harjoitti 1 820 toiminnan harjoittajaa. Säteilyn käyttöä valvottiin käyttöpaikkoihin tehdyillä säännöllisillä tarkastuksilla, hammasröntgentoimipaikkoihin postitse lähetetyillä testipaketeilla ja annosrekisterin ylläpidolla. Lisäksi julkaistiin säteilyturvallisuusohjeita ja tehtiin valvontaa tukevaa tutkimusta.

Vuonna 2009 Säteilyturvakeskus (STUK) teki 414 turvallisuuslupan alaisen toiminnan tarkastusta. Korjausmääräyksiä ja -suosituksia annettiin 392 kappaletta.

Annostarkkailussa oli vuonna 2009 yhteensä lähes 11 600 säteilytyötä tekevää työntekijää. Annoskirjauksia tehtiin STUKin ylläpitämään rekisteriin vajaat 160 000 kappaletta.

Luonnonsäteilyn valvonnassa keskityttiin työpaikkojen radonin valvontaan ja avaruussäteilystä lentohenkilöstölle aiheutuvan altistuksen valvontaan. Vuoden 2009 aikana radonvalvonnassa oli 108 työpaikkaa ja niissä yhteensä 219 työpistettä. Avaruussäteilystä aiheutuvan säteilyaltistuksen seurannassa oli yhteensä 3 655 ohjaamo- ja matkustamohenkilöstön jäsentä.

Ionisoivan säteilyn tutkimuksessa osallistuttiin kolmeen laajempaan tutkimushankkeeseen. IAEA-tutkimusprojektissa testattiin IAEA/WHO:n diagnostiikan dosimetriaohjeistoa. Eurooppalaiseen metrologian tutkimusohjelmaan liittyen tutkittiin ulkoisen ja sisäisen sädehoidon annosmittausmenetelmien tarkkuutta ja luotettavuutta moderneissa sädehoitotekniikoissa.

Mittanormaalityöinnässä sädehoidon kiihdytinten elektronisäteilykeilojen annosmittareiden kalibroitimenetelmää muutettiin siten, että sairaaloissa tehtävistä mittarikalibroinneista siirryttiin laboratoriossa tehtäviin kalibrointeihin. Lisäksi säteilytyslaitteita uudistettiin. Kalibroitipalvelut jatkuivat edellisten vuosien tapaan.

Vuonna 2009 ionisoimattoman säteilyn käytön valvonta kohdistui erityisesti matkapuhelmiin, solariumeihin ja lasereihin. Langattomien päätelaitteiden markkina-aluevalvonnassa testattiin 15 matkapuhelinta. Solariumien käyttöpaikkoja tarkastettiin 19 kpl ja showlaseritarkastuksia tehtiin 10 kpl.

Vuonna 2009 sattui 30 säteilyn käyttöön liittyvää poikkeavaa tapahtumaa. Tapahtumista 22 koski säteilyn käyttöä teollisuudessa, tutkimuksessa ja opetuksessa, 7 säteilyn käyttöä terveydenhuollossa ja yksi ionisoimattoman säteilyn käyttöä. Tapahtumista mikään ei johtanut vakaviin seurauksiin.

Sisällysluettelo

TIIVISTELMÄ	3
JOHTAJIEN ESIPUHE	6
1 YLEISTÄ	9
1.1 Tärkeimmät tunnusluvut	9
2 IONISOIVAN SÄTEILYN KÄYTÖN VALVONTA	11
2.1 Säteilyn käyttö terveydenhuollossa	11
2.2 Säteilyn käyttö teollisuudessa, tutkimuksessa ja opetuksessa	11
2.3 Turvallisuuslupan alaisen säteilytoiminnan tarkastukset	12
2.4 Ilmoitusvelvollisuuden alaisen hammasröntgentoiminnan tarkastukset	12
2.5 Radioaktiivisten aineiden tuonti, valmistus ja vienti	12
2.6 Työntekijöiden säteilyannokset	12
2.7 Hyväksyntäpäätökset ja pätevyyksien toteaminen	13
2.8 Radioaktiiviset jätteet	13
2.9 Poikkeavat tapahtumat	13
2.10 Toiminnan kansainvälinen arviointi	18
3 LUONNONSÄTEILYLLE ALTISTAVAN TOIMINNAN VALVONTA	19
3.1 Radon työpaikoilla	19
3.2 Muu maaperästä tuleva luonnonsäteily	19
3.3 Avaruussäteily	19
4 IONISOIMATTOMAN SÄTEILYN KÄYTÖN VALVONTA	21
4.1 Yleistä	21
4.2 Optinen säteily	21
4.3 Sähkömagneettiset kentät	22
4.4 Poikkeavat tapahtumat	22
5 SÄÄNNÖSTÖTYÖ	23
6 TUTKIMUS	24
6.1 Ionisoiva säteily	24
6.2 Ionisoimaton säteily	25
7 KANSAINVÄLINEN YHTEISTYÖ	27
8 KOTIMAINEN YHTEISTYÖ	28
9 VIESTINTÄ	29
10 MITTANORMAALITOIMINTA	30
10.1 Yleistä	30
10.2 Ionisoiva säteily	30
10.3 Ionisoimaton säteily	31

11	PALVELUT	32
11.1	Ionisoiva säteily	32
11.2	Ionisoimaton säteily	32
LIITE 1	TAULUKOT	33
LIITE 2	JULKAISUT VUONNA 2009	41
LIITE 3	ST-OHJEET	44

Johtajien esipuhe

Eero Kettunen
Johtaja
Säteilyn käytön turvallisuus -osasto (STO)

Kari Jokela
Laboratorionjohtaja
Ionisoimattoman säteilyn yksikkö (NIR)

Säteilyturvakeskuksen (STUK) Säteilyn käytön turvallisuus -osasto (STO) toimii ionisoivan säteilyn valvontaviranomaisena, tekee säteilyn lääketieteelliseen käyttöön liittyvää tutkimusta ja ylläpitää ionisoivan säteilyn mittanormaaleja. Valvontaan kuuluvat turvallisuuslupa-, hyväksyntä- ja rekisteröintimenettelyt, säteilyn käyttöpaikoille tehtävät tarkastukset ja työntekijöiden säteilyannosvalvonta. Tutkimuskohteita ovat erityisesti runsaasti säteilyaltistusta aiheuttavat menetelmät kuten tietokonetomografiatutkimukset ja toimenpideradiologia. Mittanormaalityöinnillä varmistetaan säteilymittausten tarkkuus ja jäljitettävyys kansainvälisiin mittanormaaleihin. Mittanormaalityöintään liittyy myös Suomessa käytettävien säteilymittareiden kalibroinnit, joilla varmistetaan, että Suomessa tehtävät säteilymittaukset ovat luotettavia.

Kaikkien säteilytyöntekijöiden henkilökohtaiset annokset pysyivät toimintavuoden aikana asetettujen rajojen alapuolella. Säteilyn käyttöpaikkojen ulkopuolella ei altistumista ihmisen aikaansaamalle säteilylle tapahtunut käytännöllisesti katsoen lainkaan.

Säteilyn ja ydinenergian käytöstä aiheutunut yhteenlaskettu säteilyannos työntekijöille oli pienempi kuin useana aikaisempana vuonna. Erityisen myönteistä oli säteilyn käytössä kaikilla toimialoilla tapahtunut selvä yhteenlasketun säteilyannoksen vähentyminen aiemmin melko vakiona pysyneeltä tasolta. Vähentymiselle ei ole selvää yksittäistä syytä, joten kehitystä ja muutoksen pysyvyyttä seurataan jatkossa.

Työperäinen altistuminen luonnonsäteilylle oli jonkin verran suurempaa kuin edellisinä vuosina, ja kasvua todettiin erityisesti lentohenkilöstöllä, joka on eniten altistuva työntekijäryhmä. Lentohenkilöstöön kuuluvien työntekijöiden kokonaismäärä pieneni hieman edellisestä vuodesta. Samoin pieneni lentotuntien määrä. Sen sijaan kokonaisannos kasvoi jonkin verran. Yksi syy tälle saattaa olla se, että polttoainekuluja alentaakseen lentoyhtiöt lensivät korkeammalla kuin edellisinä vuosina. Lentohenkilöstön yhteenlaskettu säteilyannos oli noin kaksinkertainen verrattuna varsinaista säteilytyötä tekevien henkilöiden yhteenlaskettuun säteilyannokseen.

Suurin ihmisen aiheuttama säteilyaltistus on peräisin säteilyn käytöstä terveydenhuollossa. Diagnostiikassa yleistynyt röntgensäteillä tehtävä tietokonetomografia aiheuttaa riskin potilasannosten lisääntymisestä. Vuoden 2008 tutkimusmäärätilastojen mukaan tietokonetomografiatutkimusten määrä on kasvanut vuoden 2005 tasosta 23 %. STUK on korostanut määrätietoisesti terveydenhoitohenkilöstön ammattitaitoa ja täydennyskoulutusta suurta säteilyaltistusta aiheuttavien tutkimusten yhteydessä, jotta säteilyaltistuksen kokonaislisäys saadaan pidettyä hyvin hallinnassa. Eräissä suurissa teollisuusmaissa kansalaisten keskimääräinen säteilyannos röntgentutkimuksissa on viime vuosina kasvanut moninkertaiseksi Suomeen verrattuna.

STUK on osallistunut aktiivisesti säteilyn käytön valvontaa tukevaan kansainväliseen tutkimustoimintaan. Yhteisiä tutkimusprojekteja on ollut pohjoismaisten kollegaviranomaisten ja EU:n rahoittamien tutkimushakkeiden yhteistyökumppanien kanssa. Kumppaneina ovat olleet myös IAEA:n projekteissa kansainväliset asiantuntijalaitokset ja niiden asiantuntijat. Vuosien varrella tehdyn tutkimustyön ansiosta on toimitettu STUKissa kehitettyä röntgendiagnostiikan potilasannoslaskentaan suunniteltua PCXMC-tietokoneohjelmaa 698 kpl ympäri maailmaa.

Ionisoivan säteilyn käytössä ei ollut aiempien vuosien tapaista kasvua. Toimintavuotena STUK pyrki tavoittamaan määräaikaisten tarkastusten jälkeenjääneisyyden, joka oli syntynyt tarkastusresurssien ja työmäärän kasvun epäsuhteen seurauksena. Kaikkia suunniteltuja tarkastuksia ei saatu tehdyksi, kun prioriteettina oli säteilyvalvonnan uuden kattavan tietojärjestelmän käyttöön saaminen. Uuteen tietojärjestelmään ei vielä kertomusvuonna liitetty kaikkia säteilyn käyttöön liittyviä rekistereitä, mutta jatkohankkeessa siirretään kaikki tarvittava informaatio yhteen johdonmukaisesti rakennettuun järjestelmäkokonaisuuteen. Säteilyn käyttöön kohdistuvien tarkastusten vaikuttavuuden parantamiseksi valmisteltiin vuonna 2010 toteutettavaa siirtymistä riskipohjaiseen valvontaan, jossa tarkastusresurssit keskitetään riskialttiuden mukaan priorisoituihin kohteisiin.

Radioaktiivisten aineiden kuljetukseen liittyen STUK teki selvityksen Suomessa kuljetuksia suorittavien yritysten toiminnasta. Selvityksen kohteena olevista kuljetusyrityksistä saatujen tietojen perusteella suuri osa yrityksistä kuljettaa ns. vapaakoljeja, joiden kuljettaminen on vapautettu radioaktiivisten aineiden kuljetuksen erityisvaatimuksista. Muita kuin vapaakoljeja kuljettavien yritysten määrä on oletettua pienempi. Selvityksen tuloksena päätettiin jatkotoimista, jotka koskevat yhteistyötä muiden turvallisuusviranomaisten kanssa, STUKin ohjeistusten kehittämistä ja valvonnan fokusoimista tehokkaammin myös kuljetusasioihin.

Edellisten vuosien tapaan säteilyn käytön toiminnan harjoittajien organisaatorakenteissa on ollut käynnissä edelleen suuria muutoksia. Näissä yhteyksissä STUK on joutunut kiinnittämään valvonnassaan erityistä huomiota edelleenkin säteilyn käyttöorganisaatioiden toimivuuteen, vastuukysymyksiin ja laadunhallintaan. Vuoden 2009 alkupuolella paljastui terveydenhuollossa tapaus, jossa organisaatio-uudistusten keskellä uusien käyttöön otettujen laitteiden turvallisuuslupa-asiat olivat jääneet hoitamatta. STUK määräsi toiminnan harjoittajan hoitamaan asiat välittömästi kuntoon ja esittämään yksityiskohtaisen selvityksen, mihin toimenpiteisiin on ryhdytty asiantilan korjaamiseksi ja miten tapahtuman toistuminen voidaan estää.

Säteilyä käyttävien sidosryhmien kanssa STUK jatkoi ja laajensi yhteistyötä kehittämällä yhdessä toiminnan laatua parantavia ohjeita ja koulutusta sekä pitämällä eri sidosryhmille useita suuren osanottajajoukon keränneitä koulutus- ja neuvottelupäiviä. Uutena avauksena oli yhteyksien luominen hammaslääketieteellisiin tiedekuntiin, jotka kouluttavat opiskelijoita hammasröntgenlaitteiden käyttöön ja laitteiden kunnosta huolehtimiseen.

Säteilymittausten tarkkuuden ja luotettavuuden ylläpitämiseksi on STUKin Dosimetrilaboratorioon hankittu uusia säteilylähteitä. Venäjältä velkakonversion kautta hankitut pienemmät lähteet sijoitettiin kalibrintilaitteistoihin ja otettiin käyttöön. Suuren ⁶⁰Co-lähteen hankinnasta käynnistettiin tarjouskilpailu, joka tähtäsi lähteen hankintaan vuoden 2010 alkupuoliskolla. Uusilla laitteistoilla varmennetaan edellytykset sille, että sädehoitolaiteiden ja säteilyannosmittareiden tarkkuus voidaan varmistaa.

Toimintavuotena otettiin merkittävä kehitysaskel turvajärjestelyiden valvonnassa. Turvajärjestelyt tähtäävät ydinlaitoksiin ja säteilylähteisiin kohdistuvan lainvastaisen toiminnan ja terrorismin estämiseen. Asia koskettaa eri tavoin kaikkia STUKin osastoja. Kesäkuussa työ- ja elinkeinoministeriö kutsui IAEA:n kokoaman kahdeksan ulkopuolisen asiantuntijan ryhmän arvioimaan turvajärjestelyiden tehokkuutta Suomessa (IPPAS-arviointi). Ryhmän tekemän kaksiviikkoisen työn perusteella saatiin hyviä suosituksia, jotka johtivat toimenpidesuunnitelmaan turvajärjestelyiden kehittämiseksi. Suunnitelman mukaisesti STUK valmistelee turvajärjestelyjä koskevaa ST-ohjeistusta ja oman valvontatoiminnan kohdentamista tehokkaammin myös tähän asiaan.

Poikkeavia tapahtumia on ionisoivan säteilyn käytössä raportoitu toimintavuoden aikana 29 kappaletta. STUK on kannustanut toiminnanharjoittajia ilmoittamaan rohkeasti kaikki merkittävät tapahtumat

ja tekemään tarvittavat korjaukset toimintaan, jotta poikkeavat tapahtumat vastedes vältettäisiin. Poikkeavat tapahtumat on käyty läpi toiminnan harjoittajien asiantuntijoiden kanssa vuosittaisilla neuvottelu- ja koulutuspäivillä.

Ionisoimattoman säteilyn yksikkö (NIR-yksikkö) toimii ionisoimattoman säteilyn valvontaviranomaisena sekä Sosiaali- ja terveysalan lupa- ja valvontavirastoa (Valvira) ja työsuojeluviranomaisia avustavana asiantuntijana. Ionisoimattoman säteilyn valvontakohteina ovat olleet erityisesti solariumit, laserit ja matkapuhelimet. Keskeisiä tutkimuskohteita ovat viime vuosina olleet radio- ja pientaajuisten kenttien dosimetria, pulssimaiset magneettikentät sekä UV-säteilyn mittausten menetelmien kehittäminen ja mittaustarkkuuden parantaminen. Sähkömagneettisten kenttien ja optisen säteilyn turvallisuutta koskevaan viestintään on viime vuosina panostettu huomattavasti.

NIR-yksikkö tarkasti solariumeja 19 käyttöpaikassa. Osa tarkastuksista tehtiin EU:n solariumvalvontaa kehittävän ja yhtenäistävän PROSAFE-projektin puitteissa. Vain neljä käyttöpaikkaa selvisi huomautuksista, joskin valtaosa puutteista oli suhteellisen vähäisiä. Erityistä huomiota alettiin kiinnittää alaikäisten henkilöiden solariumin käyttöön. Huolestuttava havainto oli, että alle 18-vuotiaat tytöt ovat aiempaa enemmän alkaneet käydä solariumissa. STM:n kanssa käydyssä neuvottelussa päätettiin, että STUK valmistelee ministeriölle 30.4.2010 mennessä muistion solariumien kieltämiseksi alle 18-vuotiailta.

STUK osallistui Ruotsin, Norjan ja Islannin optisen säteilyn asiantuntijoiden kanssa solariumeja koskevan uuden kannanoton valmisteluun. Kannanotto, joka valmistui toimintavuoden aikana, ottaa voimakkaasti kantaa solariumien kieltämiseksi alle 18-vuoden ikäisiltä.

NIR-yksikkö aloitti osoitinlasereiden ja kosmetiikkaan käytettävien lasereiden valvonnan yhteistyössä Tullin ja Kuluttajaviraston kanssa. Edellisenä vuonna sovittiin Tullin kanssa, että kuluttajille tarkoitettua paristokäyttöisiä laserit pysäytetään tulliin, jos ne ylittävät 1 mW:n säteilyrajan eikä niitä ole tarkastettu asianmukaisesti. Tulli kysyi 46 tapauksessa STUKin kantaa maahantuonnista. Lähes kaikki tuotavaksi aiotut laserlaitteet pysäytettiin tulliin. Suurin laserin teho oli peräti 200 mW eli nelikymmenkertainen silmävaarallisen laserluokan 3B alarajatehoon 5 mW verrattuna. Poliisilta tuli ilmoitus neljästä laserhäirintätapauksesta. Kosmetiikkapuolella tehtiin merkittävä linjaus kieltää luokan 4 laserien (minimiteho 500 mW) käyttö ilman lääkärin valvontaa.

STUK julkaisi UV- ja lasersäteilyä koskevan kirjan. Tämä kirja on viimeinen STUKin seitsemän osaa käsittävässä Säteily- ja ydinturvallisuuskirjasarjassa.

Sähkömagneettisten kenttien puolella valvontatoiminnan painopiste oli matkapuhelimien markkinavalvonnassa. GSM- ja UMTS-puhelimien säteilytestauksia tehtiin 15 tyyppille. Suurin mitattu SAR-arvo oli 0,823 W/kg, joka ei ylittänyt sosiaali- ja terveysministeriön asetuksen (294/2002) enimmäisarvoa.

Sähkömagneettisten kenttien alueella NIR-yksikön toiminnan painopiste oli tutkimuksessa sekä viestinnässä. EURAMETin EMRP-projektin puitteissa valmistui kalibraattori 10–50 MHz:n taajuuksilla toimivien kehovirtamittareiden kalibrointia varten. Kännykkäsäteilyä koskevassa WIRECOM-projektissa kehitettiin koehenkilöiden altistamiseen tarvittavat laitteistot toimintakuntoon ja määritettiin koehenkilöihin absorboituneen säteilyn SAR-arvo. Yksikkö oli mukana laatimassa kiinteitä radiolähtejä koskevaa pohjoismaista säteilyturvallisuusjohtajien suositusta, joka valmistui toimintavuoden aikana.

Toimintavuoden aikana uudistettiin NIR-yksikön pelisääntöjä ja organisaatiota, jonka osana yksikön radiolaboratoriosta muodostettiin esimiehen johtama itsenäinen toimintayksikkö. Muuttuvassa ajassa on vanhoja toimintatapoja hyvä silloin tällöin tarkastella kriittisellä silmällä.

1 Yleistä

Säteilyn käytöllä tarkoitetaan säteilylaitteiden ja radioaktiivisten aineiden käyttöä, valmistusta ja kauppaa sekä näihin liittyviä toimintoja, kuten hallussapitoa, säilyttämistä, huoltoa, korjausta, asennusta, maahantuontia, maastavientiä, varastointia, kuljetusta ja radioaktiivisen jätteen vaarattomaksi tekemistä. Säteilytoiminnalla tarkoitetaan säteilyn käyttöä ja lisäksi sellaista toimintaa tai olosuhdetta, jossa luonnonsäteilystä ihmiseen kohdistuva säteilyaltistus aiheuttaa tai saattaa aiheuttaa terveydellistä haittaa.

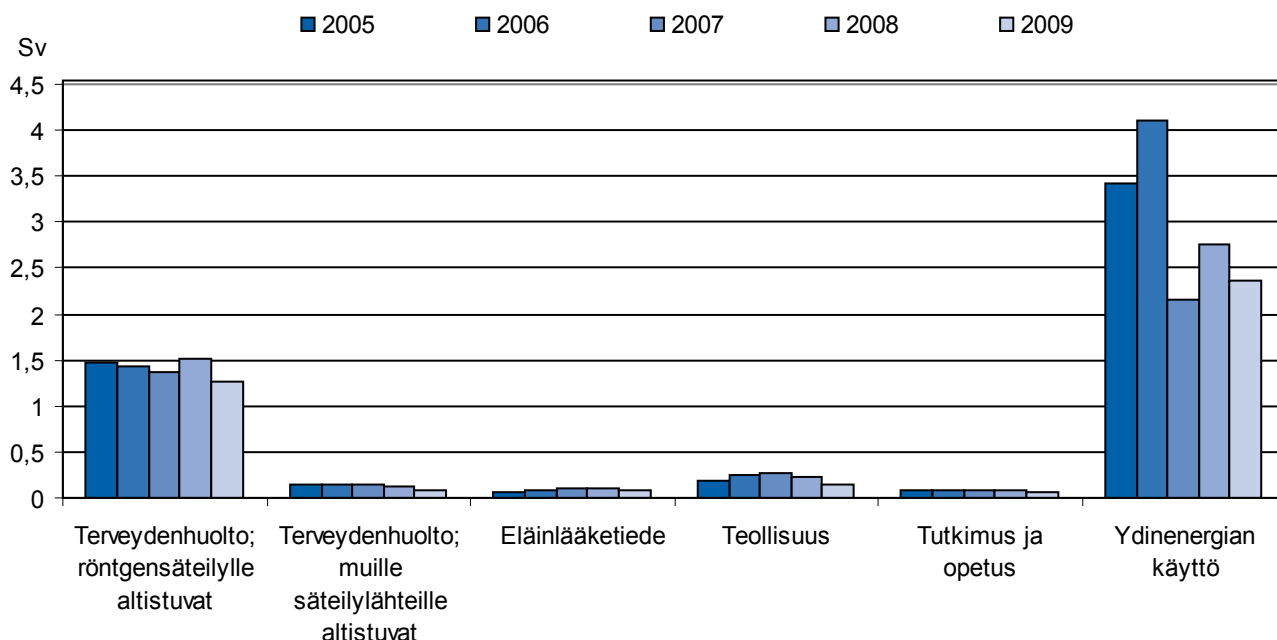
Säteilyllä tarkoitetaan sekä ionisoivaa että io-

nisoimatonta säteilyä.

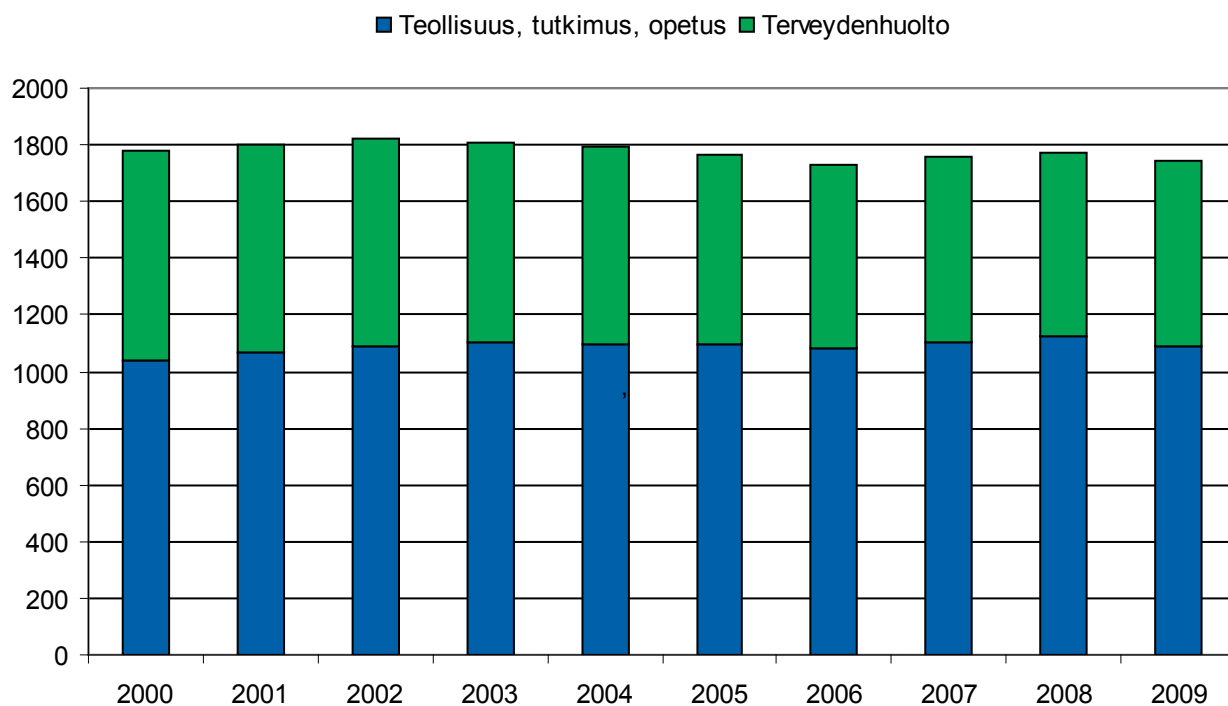
Säteilyn käytön ja muun säteilylle altistavan toiminnan valvonnasta vastaavat Suomessa STUKin Säteilyn käytön turvallisuus -osasto (STO) ja Ionisoimattoman säteilyn yksikkö (NIR-yksikkö).

1.1 Tärkeimmät tunnusluvut

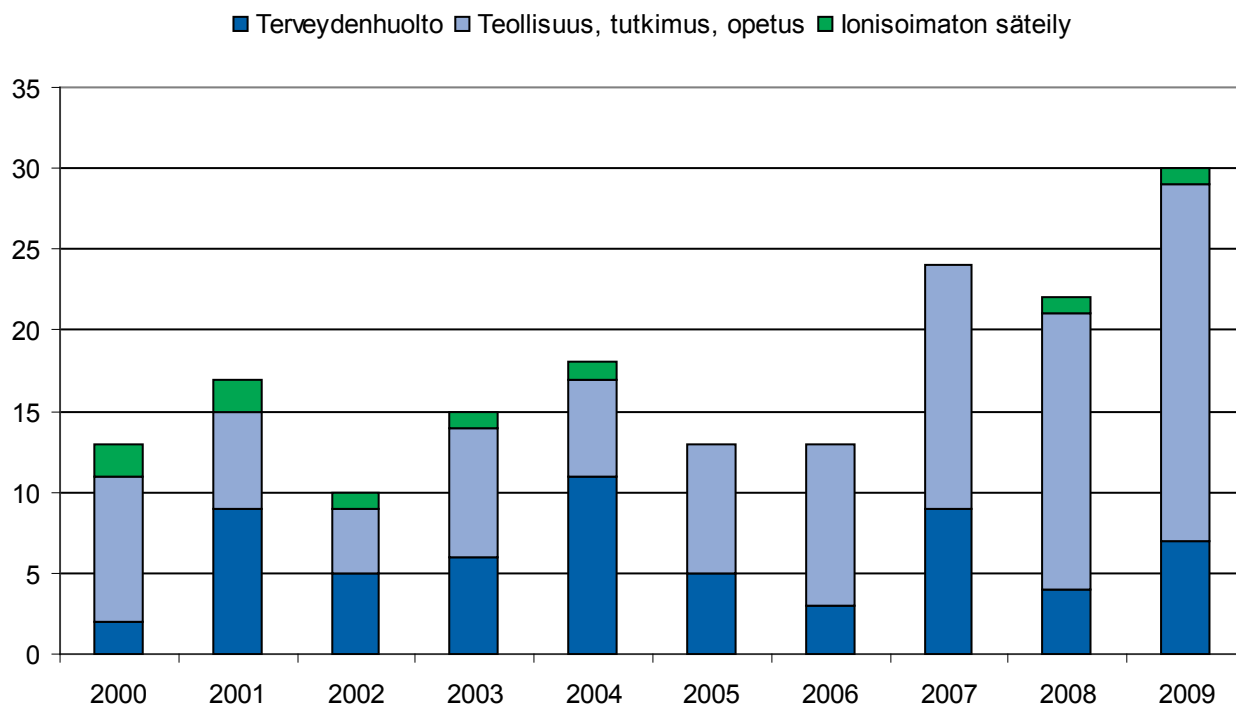
Säteilyn käytön ja muun säteilylle altistavan toiminnan tärkeimmät tunnusluvut esitetään oheisissa kuvissa 1–3.



Kuva 1. Säteilyn käytössä annostarkkailussa olleiden työntekijöiden yhteenlasketut annokset (syväannokset) toimialoittain vuosina 2005–2009. Syväannokset ovat yleensä efektiivisen annoksen (riittävän tarkkoja) likiarvoja. Poikkeuksena on röntgensäteilyn käyttö terveydenhuollossa ja eläinlääkinnässä, jossa työntekijät käyttävät henkilökohtaisia säteilysuojaimia ja jossa annos mitataan suojaimen päällä olevalla annosmittarilla. Tällöin efektiivinen annos saadaan jakamalla syväannos tekijällä 10–60. Kuvassa esitettyjen lisäksi muutamia annostarkkailussa olevia henkilöitä työskentelee myös seuraavilla toimialoilla: radioaktiivisten aineiden valmistus, asennus/huolto/tekninen koekäyttö, kauppa/tuonti/vienti ja palvelut (ks. taulukot 11 ja 12).



Kuva 2. Turvallisuuslupien lukumäärät vuosina 2000–2009.



Kuva 3. Poikkeavien tapahtumien lukumäärät vuosina 2000–2009.

2 Ionisoivan säteilyn käytön valvonta

Vuonna 2009 siirryttiin STO:lla turvallisuuslupien, säteilylaitteiden ja -lähteiden sekä tarkastusten rekisteröinnissä uuteen käytäntöön. Tästä johtuen tämän raportin taulukoissa esitetyt asiat ja ryhmittelyt saattavat hieman poiketa edellisvuosien raporttien taulukoiden vastaavista asioista.

2.1 Säteilyn käyttö terveydenhuollossa

Turvallisuusluvut

Vuoden 2009 lopussa oli terveydenhuollon säteilyn käyttöä koskevia turvallisuuslupia 651 kappaletta (ks. myös kuva 2), joista 219 koski eläinlääkintää. Liitteen 1 taulukossa 1 on esitetty luvissa mainittujen säteilytoimintojen lukumäärät. Turvallisuuslupien kokonaismäärässä ei ole tapahtunut merkittävää muutosta edellisestä vuodesta.

Säteilylaitteet ja -lähteet sekä laboratoriot

Liitteen 1 taulukossa 2 on yksityiskohtaisia tietoja säteilylähteiden ja -laitteiden sekä radionuklidilaboratorioiden lukumääristä terveydenhuollon säteilyn käytössä ja eläinlääketieteessä vuoden 2009 lopussa.

Isotooppilääketiede

STUK tarkasti Suomen ensimmäisen yksityisessä sairaalassa olevan isotooppilääketieteen yksikön. Sen toimintoja ovat avolähteiden, umpilähteiden ja röntgenlaitteiden käyttö. Kuvantamista tehdään sekä SPET (yksifotoniemissio)-TT- että PET (positroniemissio)-TT-laitteilla. Edellinen uusi isotooppilääketieteen yksikkö, Turun PET-keskus aloitti toimintansa vuonna 1999. Vuoden 2009 lopussa Suomessa oli käytössä 16 SPET-TT-laitetta ja viisi PET-TT-laitetta. Viimeksi mainituista yksi oli sijoitettuna rekka-autoon, joka vieraili eri sairaaloissa.

STUK on asettanut vertailutasot aikuisten tavanomaisista röntgentutkimuksista, tietokonetomografiatutkimuksista, lasten röntgentutkimuk-

sista ja kardiologisesta radiologiasta aiheutuville potilaiden säteilyaltistuksille sekä yleisimmissä isotooppitutkimuksissa potilaille annettavien radioaktiivisten lääkkeiden aktiivisuuksille. Vuonna 2009 STUK päivitti isotooppitutkimusten vertailutasot vuoden 2006 potilastutkimustietojen perusteella. Tätä koskeva päätös on nro 16/3020/2009 (10.12.2009). Kymmenen tutkimuksen vertailutasoa muutettiin, 12 tutkimuksen vertailutaso poistettiin, kolmen tutkimuksen vertailutaso säilyi ennallaan ja kolmelle uudelle tutkimukselle annettiin vertailutaso. Muutokset johtuivat lähinnä tutkimusmenetelmien muutoksista ja uusien radioaktiivisten lääkkeiden käyttöönnotosta.

Sädehoito

STUK tarkasti Suomen ensimmäisen yksityisen sädehoitokeskuksen. Uudessa keskuksessa on kaksi monienergistä lineaarikiihdytintä, jälkilataushoitolaite ja TT-simulaattori. Suomessa oli vuoden 2009 lopussa 14 sädehoitokeskusta, joista yksi on keskittynyt BNCT (boorineutronikaappaus) -hoitoihin. Sädehoitoon käytettävien lineaarikiihdyttimien kokonaislukumäärä oli vuoden 2009 lopussa 40. Vastaavasti vuoden 1999 lopussa niitä oli 25 ja siitä lähtien lukumäärän kasvu on ollut tasaista. Lisäksi suuntauksena on, että yksiennergisiä kiihdyttimiä vaihdetaan monienergisiin, mikä lisää sekä sairaaloissa tehtävän laadunvalvonnan että viranomaisvalvonnan määrää.

2.2 Säteilyn käyttö teollisuudessa, tutkimuksessa ja opetuksessa

Säteilyn käyttö teollisuudessa, tutkimuksessa ja opetuksessa sisältää myös säteilyn käytön palvelu-, asennus- ja huoltotoiminnassa sekä radioaktiivisten aineiden kaupan ja valmistuksen.

Turvallisuusluvut

Vuoden 2009 lopussa oli teollisuuden, tutkimuksen ja opetuksen säteilyn käyttöä koskevia tur-

vallisuuslupia 1 091 kappaletta (ks. myös kuva 2). Liitteen 1 taulukossa 3 on esitetty luvissa mainittujen säteilytoimintojen lukumäärät.

Säteilylaitteet ja -lähteet sekä laboratoriot

Liitteen 1 taulukossa 4 on yksityiskohtaisia tietoja säteilylähteiden ja -laitteiden sekä radionuklidilaboratorioiden lukumääristä teollisuuden, tutkimuksen ja opetuksen säteilyn käytössä vuoden 2009 lopussa.

Liitteen 1 taulukossa 5 on tietoja umpilähteissä käytettävistä radionuklideista.

2.3 Turvallisuusluvan alaisen säteilytoiminnan tarkastukset

Terveystieteiden ja eläinlääketieteen säteilyn käyttöä koskevia tarkastuksia tehtiin 250 kappaletta. Tarkastuksissa annettiin toiminnan harjoittajille 98 korjausmääräystä tai -suositusta.

Teollisuuden, tutkimuksen ja opetuksen säteilyn käyttöä koskevia tarkastuksia tehtiin 164 kappaletta. Tarkastuksissa annettiin 294 korjausmääräystä tai -suositusta.

Tarkastusten lukumäärät tarkastuksen tyyppin perusteella eriteltyinä on esitetty liitteen 1 taulukossa 6. Tarkastusten lukumäärät toiminnan tyyppin mukaan eriteltyinä on esitetty liitteen 1 taulukossa 7.

2.4 Ilmoitusvelvollisuuden alaisen hammasröntgentoiminnan tarkastukset

Hammasröntgentoimintaa harjoitti 1 820 toiminnan harjoittajaa. Hammasröntgenkuvauksista aiheutuvaa potilasaltistusta mitattiin 953 laitteelta. Keskimääräinen annos oli 1,7 mGy. Annos vastaa posken pinnan annosta (ESD) hammasta kuvattaessa. Vertailutaso 5 mGy ylittyi 8 kuvauslaitteella.

Ilmoitusvelvollisuuden alaisen hammasröntgentoiminnan tarkastuksia tehtiin 34 kappaletta. Korjausmääräyksiä annettiin 18 ja korjaussuosituksia 8 kappaletta.

2.5 Radioaktiivisten aineiden tuonti, valmistus ja vienti

Tiedot vuonna 2009 maahan tuoduista, maassa valmistetuista ja maasta viedyistä radionuklideista on esitetty liitteen 1 taulukoissa 8–10. Taulukoiden luvut perustuvat tuontia, vientiä tai valmistusta harjoittavilta turvallisuusluvan haltijoilta kerättyihin tietoihin. Tuonti- ja vientitilastoissa eivät

ole mukana toiminnan harjoittajien omaan käyttöön EU:n sisältä tuodut ja omasta käytöstä EU:n sisälle viedyt radioaktiiviset aineet. Tilastot eivät myöskään sisällä radioaktiivisia aineita, joita on toimitettu Suomen kautta muihin maihin.

Liitteen 1 taulukossa 8 eivät ole mukana ameriikiumia (^{241}Am) sisältävät palovaroitinimet ja paloilmoinjärjestelmien ioni-ilmaisimet. Niitä tuotiin maahan 203 428 kappaletta ja niiden yhteenlaskettu aktiivisuus oli noin 6,8 GBq. Palovaroitinimateriaalia vietiin maasta 5 601 kappaletta, yhteisaktiivisuudeltaan 0,2 GBq.

2.6 Työntekijöiden säteilyannokset

Annostarkkailu

Annostarkkailussa oli vuonna 2009 yhteensä lähes 11 600 säteilytyötä tekevää työntekijää. Annoskirjauksia kirjauskynnyksen alle jääneet annokset mukaan lukien tehtiin STUKin ylläpitämään annosrekisteriin noin 160 000 kappaletta (lukuun sisältyvät myös luonnonsäteilylle altistuneiden työntekijöiden annoskirjaukset, ks. myös luku 3).

Kenenkään työntekijän efektiivinen annos ei ylittänyt vuosiannosrajaa 50 mSv eikä viiden vuoden annosrajasta (100 mSv) laskettua vuosikeskiarvoa 20 mSv. Kenenkään työntekijän käsien annos ei ylittänyt vuosiannosrajaa 500 mSv.

Säteilyn käytössä kirjattu kokonaisannos oli 1,7 Sv ja ydinenergian käytössä 2,4 Sv. Kirjattu kokonaisannos oli sekä säteilyn että ydinenergian käytössä noin 14 % pienempi kuin edellisenä vuonna. Ydinenergian käytössä kokonaisannokset vaihtelevat vuosittain huomattavasti riippuen ydinvoimalaitosten vuosihuoltojen pituudesta ja laitoksissa tehtävistä huoltotoista. Säteilyn käytössä tapahtuneille muutoksille ei ole selvää yksittäistä syytä, joten kehitystä ja muutoksen pysyvyyttä pitää seurata jatkossa.

Terveystieteiden toimialalla suurin syväannos 26 mSv kirjattiin toimenpideradiologille. Annos vastaa 0,4–2,6 mSv:n efektiivistä annosta. Eläinlääkinnässä suurin syväannos 12 mSv kirjattiin röntgentutkimuksia tekeväälle eläinlääkärille. Annos vastaa 0,2–1,2 mSv:n efektiivistä annosta. Suurin efektiivinen annos teollisuudessa oli materiaalitestauksia tekevän henkilön annos 9 mSv ja tutkimuksessa puolestaan useita erilaisia säteilylähteitä käyttävän henkilön annos 8 mSv.

Suurin sormiannos 340 mSv kirjattiin terveydenhuollon toimialalla työskentelevälle laboratoriohoitajalle.

Annostarkkailussa olleiden työntekijöiden lukumäärät toimialoitain viiden viimeisen vuoden ajalta esitetään liitteen 1 taulukossa 11. Työntekijöiden yhteenlasketut annokset toimialoitain esitetään kuvassa 1 (kohta 1.1) ja taulukossa 12. Taulukossa 13 on esitetty säteilylle paljon altistuvien tai lukumääräisesti isojen työntekijäryhmien annostietoja vuodelta 2009. Kuvissa ja taulukoissa esitetyt mittaustulokset (syväannokset) ovat yleensä efektiivisen annoksen (riittävän tarkkoja) likiarvoja. Poikkeuksena on röntgensäteilyn käyttö terveydenhuollossa ja eläinlääketieteessä, jossa työntekijät käyttävät henkilökohtaisia säteilysuojaimia ja jossa annos mitataan säteilysuojaimen päällä olevalla annosmittarilla. Tällöin arvio efektiivisestä annoksesta saadaan jakamalla mittaustulos (syväannos) tekijällä 10–60.

Annosrekisterin koodistomuutos

Annosrekisteriin otettiin käyttöön uusi, toimialoja, tehtävänimikkeitä ja säteilylähteitä kuvaava koodisto vuoden 2009 alussa. Uusi koodisto suunniteltiin yhteistyössä terveydenhuollon ja teollisuuden säteilyn käyttäjien sekä ydinvoimalaitosten säteilysuojelusta vastaavien henkilöiden kanssa.

STUK on pitänyt säteilytyöntekijöiden annosrekisteriä vuodesta 1963 lähtien. Annosrekisteriin kirjataan säteilyn käytöstä ja luonnon säteilystä (kosminen säteily lentotoiminnassa ja radon työpaikoilla) työntekijöille aiheutuvat säteilyannokset. Sähköiseen annosrekisteriin siirryttiin vuonna 1977. Työntekijän altistusolosuhteet ja tehtävän laatu rekisteröidään toimialaa, käytössä olevia säteilylähteitä ja työtehtäviä kuvaavan koodiston avulla. Koodistoa käytetään hyväksi vertailtaessa eri toiminnoista aiheutuvia annoksia eri käyttäjäryhmien ja tehtäväryhmien välillä.

Annosmittauspalvelujen valvonta

Yksi annosmittauspalvelu tarkastettiin vuoden 2009 aikana. Tarkastuksessa annettiin yksi korjausmääräys ja yksi korjaussuositus.

2.7 Hyväksyntäpäätökset ja pätevyysien toteaminen

Vastaavien johtajien säteilysuojelukoulutusta antavat koulutusorganisaatiot

STUK on vahvistanut säteilyn käytön turvallisuudesta vastaavan johtajan pätevyysvaatimukset ohjeessa ST 1.8. Vastaavan johtajan koulutusta ja pätevyyskuulusteluja järjestävät koulutusorganisaatiot hakevat STUKilta oikeutta järjestää vastaavan johtajan kuulusteluja. Vuonna 2009 annettiin kolmelle koulutusorganisaatiolle hyväksyntäpäätös vastaavan johtajan kuulustelujen ja koulutuksen järjestämiseksi. Voimassa olevia hyväksyntäpäätöksiä oli vuoden 2009 lopussa yhteensä 25 koulutusorganisaatiolla. Hyväksynnän saaneet koulutusorganisaatiot on esitetty STUKin [www-sivuilla](http://www.sivuilla).

Terveystarkkailusta vastaavat lääkärit

STUK toteaa säteilytyöluokkaan A kuuluvien työntekijöiden terveystarkkailusta vastaavien lääkäreiden pätevyyden. Vuoden 2009 lopussa Suomessa oli kaikkiaan 305 terveystarkkailusta vastaavaa lääkäriä, joiden pätevyyden STUK on todennut. Heistä 22 sai pätevyyden toteamispäätöksen vuoden 2009 aikana.

2.8 Radioaktiiviset jätteet

STUKin ylläpitämään radioaktiivisten jätteiden kansalliseen pienjätevarastoon on vuoden 2009 loppuun mennessä kuljetettu 214 jätepakkausta. Merkittävimpien varastossa olevien jätteiden aktiivisuus tai massa on esitetty liitteen 1 taulukossa 14.

Ennen jätteiden kuljettamista pienjätevarastoon ne toimitetaan väliavarastoon, joka sijaitsee STUKin Helsingin toimitilojen yhteydessä. Liitteen 1 taulukossa 15 on esitetty STUKiin vuonna 2009 toimitettujen jätteiden aktiivisuus tai massa.

2.9 Poikkeavat tapahtumat

Säteilyasetuksen (1512/1991) 17 §:n mukaan STUKille on ilmoitettava säteilyn käyttöön liittyvästä poikkeavasta tapahtumasta, jonka seurauk-

sena turvallisuus säteilyn käyttöpaikalla tai sen ympäristössä merkittävästi vaarantuu. Samoin on ilmoitettava säteilylähteen katoamisesta tai anastuksesta tai lähteen joutumisesta muulla tavalla pois turvallisuusluvan haltijan hallusta. Ilmoitus on tehtävä myös muista poikkeavista havainnoista ja tiedoista, joilla on olennaista merkitystä työntekijöiden, muiden henkilöiden tai ympäristön säteilyturvallisuuden kannalta.

Vuonna 2009 sattui 29 tapausta, joihin liittyi tai epäiltiin liittyvän normaalista poikkeava tapahtuma tai tilanne ionisoivan säteilyn käytössä. Tapauksista 22 koski säteilyn käyttöä teollisuudessa, tutkimuksessa ja opetuksessa ja 7 säteilyn käyttöä terveydenhuollossa (ks. myös kohta 4.4 poikkeavista tapahtumista ionisoimattoman säteilyn käytössä). Poikkeavien tapahtumien lukumäärät vuosina 2000–2009 on esitetty kuvassa 3 (kohta 1.1).

Jäljempänä olevissa tapausselostuksissa on esitetty vuonna 2009 sattuneet poikkeavat tapahtumat ionisoivan säteilyn käytössä ja tapahtumien syyt sekä toimenpiteet, joihin kunkin tapahtuman johdosta on ryhdytty.

Tapahtuma 1

Laboratoriossa pääsi kaasumaista ^{18}F :aa leviämään työskentelytiloihin ja laboratorion käytävälle, kun sitä oltiin siirtämässä synteesiä varten kiihdyttimeltä laboratorioon. Laboratoriotiloissa oli kaikkiaan neljä työntekijää. Radioaktiivisen aineen päästö ilmanvaihtokanavaan havaittiin jatkuvatoimisella päästömonitorilla, mutta osan ^{18}F :sta oletettiin menevän ilmanvaihtokanavaan siirtoon käytettävän heliumkaasun mukana. Koska päästö kuitenkin vaikutti normaalia suuremmalta, mittasi kaksi työntekijää itsensä laboratorion omalla kokokehomittauksella ja havaitsi itsessään ^{18}F -kontaminaatiota. Työt oli aloitettu klo 9.50 ja käsky lopettaa työt annettiin klo 10.05, kun kontaminoituminen oli todettu. Työntekijät riisuiivat kontaminoituneet vaatteet ja pukeutuivat kertakäyttöhaalareihin. Kaikille työntekijöille tehtiin kokokehomittaus. Kontaminaation eristämiseksi suljettiin laboratoriotilaan johtavan käytävän ovi ja oveen kiinnitettiin Pääsy kielletty -kyltti. Vastaava johtaja otti yhteyttä STUKiin, jolloin henkilöannosmittarit kehoitettiin toimittamaan välittömästi mitattaviksi.

Kokokehomittauksista saatujen tulosten pe-

rusteella kaikille altistuneille työntekijöille sisäisestä säteilystä aiheutuva annos oli alle 10 μSv . Kyseisellä annostarkkailujaksolla työntekijöistä kolmen syväannos ei ylittänyt kirjauskynnystä (0,1 mSv) ja yhden työntekijän annos oli 0,2 mSv, joten kenellekään työntekijöistä ei aiheutunut tapahtumasta myöskään merkittävää ulkoista annosta.

Tapahtuma käytiin läpi kaikkien samaa työtä tekevien työntekijöiden kanssa. Syyksi tapahtumaan arveltiin sitä, että ^{18}F :n siirtoon käytetty laitteisto ei ollut täysin tiivis. Kontaminaation leviämistä käytävälle ja laboratoriotiloihin edesauttoi se, että tilojen ovet olivat auki käytävälle. Jatkossa näihin asioihin kiinnitetään erityistä huomiota. Lisäksi laboratorioon on hankittu lisää kontaminaatiomittareita ja niitä on neuvottu käyttämään työn aikana, jotta mahdollinen kontaminaatio havaitaan välittömästi.

Tapahtuma 2

Laboratoriossa valmistettiin kurssityössä ^{11}C -asetaattia laboratorion kiihdyttimellä tuotusta $^{11}\text{CO}_2$ -kaasusta. Siirrettäessä $^{11}\text{CO}_2$ -kaasua reaktioastiaan kantajakaasun avulla laboratorion kiinteästi asennettu annosnopeusmittari alkoi hälyttää. Laboratoriossa oli kaksi työnhajaajaa ja kolme opiskelijaa. Laboratoriosta poistuivat välittömästi kaikki muut paitsi vastuullinen työnhajaaja, joka sulki ennen poistumistaan vielä synteesilaitteiston venttiilit ja synteesikaapin ovet. Syynä tapahtumaan oli liian pieni kantajakaasun paine, jolloin $^{11}\text{CO}_2$ lämmitessään ja laajentuessaan kulki kohti kaasupulloa ja pääsi kaasupullon liitoksesta huonetilaan. Tapahtuman jälkeen kantajakaasulinjaan on asennettu takaiskuventtiili. Kaikilla laboratoriossa olleilla oli henkilökohtainen elektroninen annosmittari. Pisimpään laboratoriossa olleen henkilön annosmittarissa oli lukema 0,8 mSv ja muiden annosmittarit näyttivät nollaa. Kaikille laboratoriossa olleille tehtiin kokokehomittaus. Ainoastaan vastuullisella työnhajaajalla oli kehossaan pieni määrä (2,5 kBq) ^{11}C :tä. Tästä aiheutuva sisäinen annos on merkityksetön.

Tapahtuma 3

Työntekijä oli käyttänyt laboratorion merkkiainekokeessa toista radioaktiivista isotooppia kuin oli tarkoitus (^{33}P :n sijasta ^{32}P :ta) ja epäili, että oli saanut normaalia suuremman säteilyannoksen.

Työskentelystä aiheutuneeksi ihoannokseksi arvioitiin 4,5 µSv, mikä ei poikkea merkkiainekokeista normaalisti aiheutuvasta annoksesta.

Tapahtuma 4

Ajoneuvojen läpivalaisulaitteiston ohjausjärjestelmässä ilmeni häiriö. Operaattorin näyttöruudulla pysyi virheellisesti tieto säteilyn päälläolosta, vaikka käyttövirta oli katkaistu pääkytkimestä ja hätäpysäytyspainikkeesta. Käyttöohjelmiston uudelleen asennuksen jälkeen laitteisto toimi normaalisti.

Tapahtuma 5

Ajoneuvojen läpivalaisulaitetta käytettäessä jäi inhimillisen erehdyksen vuoksi yksi henkilö tarkastettavaan rekkaan sisälle läpivalaisun ajaksi. Tapahtuma havaittiin läpivalaisukuvaa tulkittaessa. Henkilön saama säteilyannos arvioitiin vähäiseksi. Toiminnan harjoittaja teki STUKille selvityksen tapahtumasta, ja läpivalaisun toimintaohjeistusta parannettiin. Tapahtuman seurauksena vastaava johtaja korosti työntekijöille tarkkaavaisuuden ja valvonnan tärkeyttä.

Tapahtuma 6

Tavarajunassa ollut henkilö altistui säteilylle, kun junavaunuja läpivalaistiin. Junien kulkua ja läpivalaisua ohjaavien järjestelmien välillä todettiin tekninen puute. Altistuneen henkilön annokseksi arvioitiin muutamia mikrosievertejä. Teknisten korjausten lisäksi selkiytettiin toiminnan ohjeistusta.

Tapahtuma 7

Teollisuuden radiografiakuvauksen aikana ulkopuolinen henkilö pääsi säteilykeilaan. Altistumishetkellä henkilön etäisyys säteilylähteeseen oli noin 4 m ja välissä oli teräksinen säiliö. Tapahtuman seurauksena henkilö altistui muutamia sekunteja 1 110 GBq:n ¹⁹²Ir-lähteen säteilylle. Tapahtumasta aiheutuneen annoksen arvioitiin olevan pienempi kuin 10 µSv. Tapahtuman seurauksena kuvausryhmälle ja muille alueella työskenteleville henkilöille korostettiin kuvausalueen eristämisen ja valvonnan tärkeyttä.

Tapahtuma 8

Voimalaitoksen hiilikuljettimen huoltotöissä olleet kolme henkilöä altistuivat lyhyeksi aikaa sätei-

lylle kulkiessaan kuljettimen tukosta valvovan, radioaktiivista ainetta (¹³⁷Cs, 110 MBq) sisältävän laitteen säteilykeilassa. Laitteen suljinta ei ollut asianmukaisesti suljettu huoltotöiden ajaksi. Työntekijät eivät lumisateen ja tuulen vuoksi myöskään nähneet säteilylähteen sulkemisesta määräävää kylttiä. Altistuneiden henkilöiden annokseksi arvioitiin 1–2 µSv.

Tapahtuman johdosta lisättiin säteilylähteestä varoitettava kyltti paikkaan, missä se on paremmin nähtävissä. Lisäksi voimalaitoksen henkilökunnalle pidettiin kertauskurssi säteilylähteiden turvallisuudesta käytöstä.

Tapahtuma 9

Sellutehtaassa työntekijä sai noin 30 µSv:n säteilyannoksen korjaustöiden aikana. Sellun kuljetinhihna oli katkennut, ja häiriötilanteen takia työntekijä meni lapioidaan kuljetinhihnalle kertynyttä sellua. Ennen työn aloittamista hän ei kuitenkaan sulkenut säteilylähteen sisältävää sellun määrän mittaria. Säteilylähteestä ja sen sulkemisesta varoittavat kyltit olivat peittyneet ylimääräisen sellun alle. Työ lopetettiin 12 minuutin kuluttua, kun havaittiin, että säteilylähteen suljin on auki.

Korjaavina toimina parannettiin lähteen lähestymisesteiden rakennetta ja lisättiin säteilyvaarakyltit korkeammalle siten, etteivät ne häiriötilanteissa peity sellulla. STUK kehotti lisäksi toiminnan harjoittajaa huolehtimaan riittävästä ohjeistuksesta huoltotöissä ja varmistamaan tarvittaessa säteilymittarilla säteilylähteen sulkeutumisen.

Tapahtuma 10

STUKin tarkastaja havaitsi tarkastuksen aikana voimalaitoksella ohjeiden vastaista säteilylähteiden käyttöä. Kuljetinvaa'an säteilylähteet olivat jääneet huoltotyön ajaksi "suljin auki" -asentoon ja polttoainesiihon työtasolta löytyi irrallinen säteilylähde, jonka suljin oli myös auki. Tarkastaja määräsi korjaavat toimet tehtäväksi välittömästi ennen kuin säteilylähteiden kanssa jatketaan töitä. Tapahtuman selvittelyssä kävi ilmi, että kuljetinvaa'an luona kukaan ei ollut saanut ylimääräistä säteilyannosta, ja että säteilylähteen polttoainesiihosta irrottaneen työntekijän annos oli erittäin pieni.

Yhtenä syynä ohjeiden vastaisiin menettelyihin oli ilmeisesti se, että huoltotöiden aikana laitoksel-

la työskenteli useita ulkopuolisten yritysten työntekijöitä, eikä turvallisuutta pystytty tällaisissa tilanteissa varmistamaan. Tapahtumien johdosta voimalaitoksella täydennettiin ohjeita siten, että säteilylähteiden turvallisen tilan varmistaa aina laitoksen oma, asiantunteva henkilöstö.

Tapahtuma 11

STUKin tarkastaja havaitsi potentiaalisen altistusvaaran tarkastuskäynnin yhteydessä. Sellutehtaan raaka-ainesiloon pinnankorkeutta mittaavan säteilylähteen (^{137}Cs , 3 700 MBq) suljin oli auki, ja siilossa olivat meneillään huoltotyöt. Lisäksi siilon miesluukun läheltä puuttui varoitusmerkintä, jossa kehoitetaan sulkemaan säteilylähde ennen siilon menoa. Tarkistusmittauksissa todettiin, että siilon sisällä työskentelyalueella ei ollut taustasäteilyn annosnopeudesta poikkeavaa annosnopeutta. Säteilykeila ei suuntautunut työalueelle. Tarkastaja antoi luvan jatkaa töitä siilossa sen jälkeen, kun säteilylähde oli suljettu ja varoitusmerkintä lisätty miesluukun lähelle.

Tapahtuma 12

Kaksi työntekijää kuvasi vastoin ohjeita omia raajojaan elintarvikkeiden läpivalaisulaitteella. Henkilöt eivät tekohekellä ymmärtäneet, että kyseessä on ”oikea” röntgenlaite, johon voi liittyä säteilyvaara. Säteilyannokseksi arvioitiin muutamia kymmeniä mikrosievertejä. Tapahtuman jälkeen toiminnan harjoittaja tehosti laitteen koulutusta ja ohjeistusta sekä lisäsi valvonta- ja seurantamenettelyjä, joilla varmistetaan ohjeiden ymmärtäminen ja koulutuksen riittävyys. Laitteen teknistä turvamekanismia myös muutettiin niin, että vastaava tahallinen itsensä altistaminen on paremmin estetty.

Tapahtuma 13

Kuljetusliikkeen terminaalista löytyi radioaktiivisen aineen pakkaus ilman asiakirjoja ja tietoja lähettäjistä ja vastaanottajasta. Pakkaus sisälsi neljä käytettyä ^{153}Gd -lähdettä yhteisaktiivisuudeltaan 80 MBq. Pakkaus toimitettiin STUKiin, joka jäljitti pakkauksen lähettäjän ja aiotun vastaanottajan. Osoittautui, että pakkaus oli lähetetty melkein vuotta aikaisemmin, mutta osoitetietojen katoamisen vuoksi kuljetus oli keskeytynyt. Aiottu vastaanottaja nouti paketin STUKista. Kyseessä oli I-valkoinen -varoitusmerkinnällä varustettu

pakkaus, joka säteilee varsin heikosti (pinnalla alle 5 $\mu\text{Sv/h}$), joten tapauksesta ei ilmeisesti ole aiheutunut merkittävää säteilyaltistusta. Vastaisen varalle lähettäjää kehoitettiin informoimaan vastaanottajaa tulevasta lähetyksestä ja pyytämään tätä kuittamaan lähetys vastaanotetuksi.

Tapahtuma 14

Paperitehtaalla metalliromun sekaan joutui tuotantolinjasta purettu säteilylähde. Metallinkierrätysyrityksen säteilyilmaisimet havaitsivat säteilylähteen, kun metallierää oltiin tuomassa yrityksen lajittelukeskukseen. Säteilylähde toimitettiin STUKin jätevarastoon. Kyseessä oli ^{137}Cs -lähde, jonka aktiivisuus oli 74 MBq. Tapahtumasta ei aiheutunut säteilyaltistusta.

Lähteen alkuperää selvitettyä havaittiin, että tehtaalta oli samassa yhteydessä kadonnut myös toinen samanlainen säteilylähde. Perusteellisista etsinnöistä huolimatta sitä ei löytynyt tehtaalta eikä metallinkierrätysyrityksestä.

Tapahtuma 15

Kuljetusliike toimitti käytöstä poistettuja radiometrisiä mittalaitteita väärään osoitteeseen. Laitteet oli tarkoitus toimittaa STUKin jätevarastoon, mutta sinne saapui kolmen lähetetyn kuormalavan sijasta vain yksi kuormalava. Kaksi muuta oli toimitettu laitteiden maahantuojalle, jonne oli samaan aikaan menossa toinen lähetys. Väärään paikkaan oli mennyt yhteensä 22 laitetta, jotka sisälsivät ^{137}Cs -lähdeitä aktiivisuudeltaan 0,037–7,4 GBq. Kuljetusasiakirjoissa ei lisäksi ollut kuljetusmääräysten mukaisia merkintöjä vaarallisista aineista (Luokka 7, radioaktiiviset aineet). Olinpaikan selvittyä lähetys toimitettiin oikeaan määränpäähän STUKiin. Tapahtumasta ei aiheutunut ylimääräistä säteilyaltistusta.

Tapahtuma 16

Kierrätysmetallia käsittelevän yrityksen varastoalueelta löytyi säteilylähteen sisältävä radiometrin mittalaite. Laite oli toimitettu yritykseen muun metallierän mukana jo vuosituhannen vaihteessa. Yrityksen edustaja löysi säteilylähteen, koska hän oli juuri hankkinut säteilymittarin ja saanut koulutuksen säteilylähteisiin varautumisesta. Laite sisälsi 260 MBq:n ^{60}Co -säteilylähteen.

Selvisi, että säteilylähde oli peräisin samalla paikkakunnalla sijaitsevalta tehtaalta, jossa oli ta-

pahtunut sekaannus radiometristen mittalaitteiden käytöstä poiston yhteydessä. Romutettavaksi oli vahingossa lähetetty säteilylähteen sisältävä laite, kun tarkoitus oli lähettää vastaava tyhjä laite. Laite toimitettiin kierrätysmetalliyrityksensä lähtöpaikkaansa tehtaalte ja sieltä edelleen STUKin jätevarastoon.

Tapahtumasta ei aiheutunut säteilyaltistusta.

Tapahtuma 17

Sähkö- ja elektroniikkaromun kierrätyskeskukseen oli joutunut radioaktiivista ainetta (^{241}Am) sisältäviä paloilmaisimia. Säteilevien ilmaisuuden olemassaolo paljastui, kun kierrätyskeskuksesta oltiin viemässä metalliromua murskauslaitokseen. Murskauslaitoksen säteilyvalvontaportit havaitsivat kuormassa radioaktiivista ainetta. Paloilmaisimia löytyi kuormasta 11 kpl. Ne säilytettiin kierrätyskeskuksessa kunnes Suomen Nukliditeknikka nouti ne varastoonsa.

Käytöstä poistetut kodin palovaroittimet on toimitettava sähkö- ja elektroniikkaromun kierrätyspisteisiin, mutta löytyneet paloilmaisimet olivat osa isojen kiinteistöjen paloilmaisuajärjestelmää, joiden hävittämisestä on erikseen sovittava maa-hantuojan kanssa.

Tapahtuma 18

Säteilylähteitä sisältävän, maan tiheyden ja kosteuden mittaamiseen tarkoitettun mittalaitteen vääränlainen käyttö sekä varastointi työpisteen lähellä aiheuttivat työntekijöille ylimääräisen säteilyannoksen. Annokseksi arvioitiin korkeintaan 0,3–0,4 μSv . Laitteen väärään käyttöön olivat syyinä puutteellinen koulutus ja puutteelliset käyttöohjeet. Lisäksi olemassa olevia turvallisuusohjeita ei täysin ymmärretty eikä noudatettu. Toiminnan harjoittaja järjesti lisäkoulutusta, perusti laitteen koulutus- ja käyttöoikeusrekisterin ja aloitti tarkan kirjanpidon laitteen käytöstä. Lisäksi parannettiin ohjeistusta ja laitteen turvallisen käytön valvontaa.

Tapahtumat 19, 20 ja 21

Terästehtaalla sattui kolme tapausta, joissa ameriiumia (^{241}Am) sisältävä säteilylähte joutui kierrätysmetallin mukana sulatettavaksi. Tehtaan ulkopuolelle ei päässyt radioaktiivisia aineita eikä työntekijöille aiheutunut säteilyvaaraa. Lähteiden sulaminen ei saastuttanut metallierää, vaan suu-

rin osa ameriiumista jäi prosessissa syntyneeseen kuonaan ja pieneltä osin savukaasupölyihin. Saastunut kuona ja pöly varastoititiin tehtaan alueelle.

STUKin Pohjois-Suomen aluelaboratorion asiantuntijat tekivät radionuklidimäärytyksiä kuonasta, savukaasupölystä, sulaton ilmapölynäytteistä ja metallista. Työntekijät käyttivät hengityksen-suojaimia kunnes mittauksilla oli varmistettu, että hengitysilmassa ei ole radioaktiivisia aineita.

Tapahtuma 22

Keräilyä harrastavan henkilön hallussa oli säteilevä metallipurkki. Vanhaa purkkia oli luultu tyhjäksi ja sitä oli säilytetty historiallisena muistona. STUKin mittauksissa selvisi, että purkin sisällä oli ^{226}Ra -lähte. Annosnopeus suljetun purkin pinnalla oli noin 50 $\mu\text{Sv/h}$. STUK toimitti purkin säteilylähteineen pienjätevarastoon. Lähte ei ollut vuotanut säilytyslaatikkoonsa eikä siitä ollut aiheutunut merkittävää säteilyannosta keräilijälle.

Tapahtuma 23

Annettaessa potilaalle radioaktiivista lääkettä ($^{99\text{m}}\text{Tc-MAA}$, 150 MBq) kyynärvarren laskimoon lääke menikin ympäröivään kudokseen. Potilaalle annettiin tutkimusta varten uusi lääkeinjektio. Ensimmäisen injektion epäonnistumisesta aiheutui potilaalle noin 2 mSv:n ylimääräinen efektiivinen annos.

Tapahtuma 24

Potilas sai erehdyksessä väärää radioaktiivista lääkettä. Potilas sai $^{123}\text{I-DatScanin}$ asemesta 22 MBq $^{123}\text{I-NaI}$ -liuosta. Potilaalle aiheutui arviolta 0,2 mSv:n ylimääräinen efektiivinen annos. Annosta arvioitaessa on lääkeaineen kertymäksi kilpirauhasen oletettu 0 %, sillä potilas oli saanut kaliumperkloraattia ennen injektiota. Kaliumperkloraatti estää jodia sitoutumasta kilpirauhaseen.

Tapahtuma 25

Radioaktiivista lääkettä ($^{18}\text{F-FDG}$, aktiivisuus 12 GBq) sisältävän ampullin kumikorkkia paikoillaan pitävä metallinen kiinnityskaulus ei ollut kunnolla paikallaan ja irtosi keskellä olevaa metalliosaa irrotettaessa. Myös kumikorkki irtosi osittain. Radioaktiivista ainetta ei kuitenkaan levinnyt ympäristöön. Ampulli suljettiin pihtien

avulla uudella metallikauluksella, jotta radioaktiivinen lääke voitiin käyttää. Kahdelle työntekijälle aiheutui verran jonkin ylimääräistä annosta, erityisesti sormiin. Tapahtumasta tehtiin ilmoitus radioaktiivisen lääkkeen valmistajalle. Lisäksi tehtiin sairaanhoitopiirin järjestelmän mukainen ilmoitus turvallisuutta vaarantavasta tapahtumasta. Tapahtuma käsiteltiin myös yksikön itsearviointitilaisuudessa. Jatkossa kiinnitetään enemmän huomiota korkkien kiinnitykseen.

Tapahtumat 26 ja 27

Sairaalassa SPECT-TT-laite meni useita kertoja epäkuntoon kesken tutkimuksen. Laite meni epäkuntoon siitä huolimatta, että laitevalmistajan huolto korjasi laitteen aina vian ilmettyä. Potilaille aiheutui tutkimuksesta riippuen 1,5–7,5 mSv:n ylimääräinen annos. Laiteviasta on ilmoitettu myös Valviralle (Sosiaali- ja terveysalan lupa- ja valvontavirastolle) ja sitä on käsitelty sairaalan osastopalaverissa.

Tapahtuma 28

Käytettäessä C-kaarilaitetta sairaalassa leikkauksen yhteydessä säteily jäi päälle. Säteily kytkettiin pois päältä laitteen virtakytkimestä. Laite käynnistettiin uudelleen ja tutkimusta jatkettiin, jolloin säteily jäi uudelleen päälle. Laite sammutettiin virtakytkimestä ja irrotettiin sähköverkosta. Laite poistettiin leikkaussalista ja tutkimusta jatkettiin toisella saliin tuodulla laitteella. Viallinen laite toi-

mitettiin laitetoimittajan tutkittavaksi.

Tapahtuma 29

Sädehoidon hoitopöydän jalkopäässä ollut anestesialääkäri antoi nukutetulle lapsipotilaalle li-sähappea eikä väärinkäsityksen vuoksi poistunut hoituhuoneesta hoidon ajaksi. Potilas sai 9 MeV:n elektronihoidon (1,8 Gy) silmään. Lääkärillä oli lyijyesiliina ja hän oli suojannut silmänsä pehmeältä sironneelta säteilyltä. Mittauksin rekonstruoidussa tilanteessa arvioitu lääkärin annos oli alle 30 µSv.

2.10 Toiminnan kansainvälinen arviointi

Kansainvälinen atomienergiajärjestö (IAEA) arvioi säteilylähteiden turvajärjestelyjä Suomessa osana työ- ja elinkeinoministeriön pyynnöstä tehtyä ydinlaitosten turvajärjestelyjen arviointia. Arviointi (IPPAS, International Physical Protection Advisory Service) koski turvajärjestelyihin liittyvää lainsäädäntöä ja muuta säännöstöä, viranomaistoimintaa sekä turvajärjestelyjen käytännön toteutusta.

Arviointiryhmä löysi Suomesta joukon hyviä käytäntöjä sekä kokosi havainnoistaan myös monia suosituksia ja ehdotuksia, joiden avulla säteilylähteiden turvajärjestelyjä voidaan edelleen parantaa. Suositusten perusteella aloitettiin säteilyn käytön turvajärjestelyjen suunnittelun, toteutuksen ja arvioinnin uudistaminen. Tämän jälkeen arvioidaan mahdolliset turvajärjestelyjen tehostamistarpeet.

3 Luonnonsäteilylle altistavan toiminnan valvonta

3.1 Radon työpaikoilla

Vuoden 2009 aikana STUK sai ilmoituksen yhteensä 250:stä radonmittauksen tuloksesta, jotka koskivat joko työpisteessä mitattua radonpitoisuuden toimenpidearvon 400 Bq/m³ ylitystä tai olivat aiemmin todettuihin ylityksiin liittyviä lisäselvityksiä. Mittaustulosten perusteella yrityksiin lähetettiin yhteensä 111 pöytäkirjaa. Pöytäkirjoissa vaadittiin tehtäväksi radonkorjaus tai työnaikaisen radonpitoisuuden selvitys 79 työpisteessä ja mittaus toisena vuodenaikana vuosikeskiarvon määrittämiseksi 22 työpisteessä. Onnistuneita radonkorjauksia tehtiin vuoden aikana 26 työpisteessä. Lisäselvitysten (työnaikainen mittaus tai vuosikeskiarvon määrittäminen) perusteella STUK lopetti valvonnan 38 työpisteessä. Muun syyn (esimerkiksi lyhyen työajan tai tilojen käytöstä poiston) vuoksi valvonta lopetettiin yhteensä 71 työpisteessä. STUKin valvonnassa oli vuoden aikana 108 työpaikkaa ja näissä yhteensä 219 työpistettä.

Säännönmukainen radontarkastus tehtiin seitsemässä maanalaisessa kaivoksessa, joista yhdessä radonpitoisuus ylitti toimenpidearvon. Korjausten jälkeen radonpitoisuuden todettiin olevan toimenpidearvoa pienempi.

Maanalaisia louhintatyömaita tarkastettiin 12 kappaletta, joista kahteen annettiin määräys radonaltistuksen rajoittamiseksi.

Työntekijöiden radonaltistusta seurattiin säännöllisten radonmittausten ja työaikaseurannan avulla neljällä tavanomaisella työpaikalla ja yhdellä louhintatyömaalla, joissa radonpitoisuus ylitti toimenpidearvon. Radonaltistuksen seurannassa oli vuoden 2009 aikana yhteensä 30 työntekijää.

Vuonna 2008 voimaan tullessa STUKin ohjeessa ST 1.9 määriteltiin vaatimukset työpaikkojen radonpitoisuuden mittausmenetelmille. Ohjeen voimaantulon jälkeen lähetettiin selvityspyyntö ohjeen vaatimusten täyttymisestä 55 organisaatiolle, joiden mittausmenetelmän STUK on aiemmin hyväksynyt. Näistä 27 ilmoitti toiminnan

lopettamisesta tai mittalaitteen käytöstä poistamisesta. Kahdeksan toiminnan harjoittajaa vastasi jatkavansa toimintaa. Näistä kuitenkin kahden osalta ohjeen ST 1.9 vaatimukset eivät täyttyneet. Niille, jotka eivät vastanneet selvityspyyntöön, lähetettiin kuulemiskirje, jossa ilmoitettiin, että mittalaitteen hyväksyntä lakkautetaan, ellei selvityspyynnössä pyydettyjä tietoja toimiteta STUKille määräaikaan mennessä. Vastausten käsittelyä jatkettiin vuonna 2009. Vuoden aikana tehtiin yhteensä 48 radonmittalaitteen aiemmin hyväksyntäpäätöksen lakkautus päätöstä ja kaksi peruutus päätöstä.

STUKin www-sivuilla on luettelo organisaatioista, joiden mittausmenetelmät on hyväksytty ohjeen ST 1.9 uusien vaatimusten mukaisesti ja jotka ovat antaneet luvan julkaista nimensä hyväksytyjen listalla. Hyväksynnän edellytyksenä on, että mittalaitte on asianmukaisesti kalibroitu.

3.2 Muu maaperästä tuleva luonnonsäteily

STUK valvoo talousveden, rakennusmateriaalien ja muiden materiaalien sisältämistä luonnon radioaktiivisista aineista aiheutuvaa altistusta. Vuoden 2009 aikana laadittiin 13 tarkastuspöytäkirjaa, jotka koskivat rakennusmateriaalien radioaktiivisuutta. Pöytäkirjoissa annettiin tarvittaessa rajoitukset materiaalien käytölle. Lisäksi laadittiin viisi lausuntoa, jotka koskivat uraaninetsintää, kaivoshanketta sekä luonnon radioaktiivisia aineita sisältävien metallikappaleiden sijoittamista.

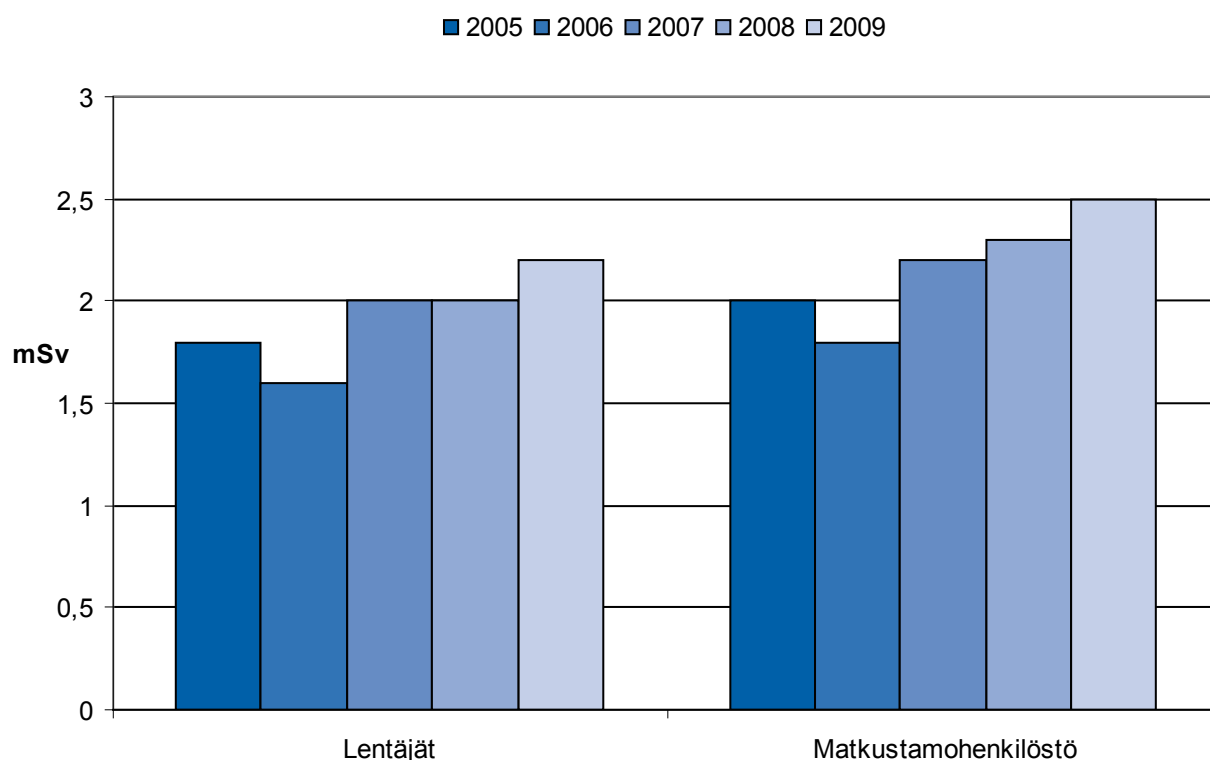
3.3 Avaruussäteily

Vuonna 2009 tarkastettiin neljän lentoyhtiön säteilyaltistuksen seurannan toteutus. Pöytäkirjoissa annettiin annettiin yhteensä 12 korjausmääräystä.

Vuodelta 2009 kirjattiin STUKin annosrekisteriin kuuden lentoyhtiön työntekijöiden annostiedot. Yhdenkään työntekijän vuotuinen annos

ei ylittänyt ohjeessa ST 12.4 asetettua 6 mSv:n raja-arvoa. Suurin avaruussäteilystä aiheutunut henkilökohtainen vuosiannos lentäjällä oli 5,2 mSv ja matkustamohenkilöstöön kuuluvalla työntekijällä 5,6 mSv. Lentäjien vuosiannosten keskiarvo vuonna 2009 oli 2,2 mSv ja matkustamohenkilöstöön kuuluvien työntekijöiden 2,5 mSv. Lentohenkilöstöön kuuluvien työntekijöiden kokonaismäärä pieneni hieman edellisestä vuodesta.

Samoin pieneni lentotuntien määrä. Sen sijaan kokonaisannos kasvoi jonkin verran. Yksi syy tälle saattaa olla se, että polttoainekuluja alentaakseen lentoyhtiöt lensivät korkeammalla kuin edellisinä vuosina. Keskimääräiset annokset vuosina 2005–2009 on esitetty kuvassa 4. Henkilökohtaisessa säteilyaltistuksen seurannassa olleiden työntekijöiden lukumäärät ja työntekijöiden yhteenlasketut annokset esitetään liitteen 1 taulukossa 16.



Kuva 4. Lentohenkilöstön keskimääräiset annokset vuosina 2005–2009.

4 Ionisoimattoman säteilyn käytön valvonta

4.1 Yleistä

Ionisoimattomalla säteilyllä tarkoitetaan ultra-violettisäteilyä, näkyvää valoa, infrapunasäteilyä, radiotaajuisia säteilyä sekä pientaajuisia ja staattisia sähkö- ja magneettikenttiä. STUK valvoo ionisoimatonta säteilyä aiheuttavia toimintoja, joskaan valvonta ei ole suoraan rinnastettavissa ionisoivan säteilyn käytön valvontaan:

- Keskeisin valvontakohde vuodesta 1995 lähtien ovat olleet solariumlaitteet ja niiden käyttöpaikat.
- Toinen tärkeä kohde ovat matkapuhelimet, joiden markkinavalvonta aloitettiin vuonna 2003.
- Vaatimustenvastaisten ja silmävaarallisten osoitinlaserien käyttäminen häirintään on lisääntynyt. STUK alkoikin toimintavuonna valvoa sosiaali- ja terveysministeriön (STM) ja Tullin kanssa sovitun mukaisesti sellaisia laserlaitteita, jotka on tarkoitettu pääasiallisesti kuluttajakäyttöön. Myös kosmeettiseen käyttöön tarkoitettujen lasereiden käyttöä koskeva linjapääätös tehtiin STUKiin tulleen tatuointilaserkyselyn perusteella. Yleisöesityksissä käytettävien suuritehoisten laserlaitteiden käyttö on lisääntynyt kehittyneen laserteknologian (puolijohdelaserit) ja alentuneiden hintojen myötä.
- Yleisradio- ja tutka-asemia on tarkastettu muutamia vuosittain.

NIR-yksikön suoritteet ionisoimattoman säteilyn käytön valvonnassa vuosina 2000–2009 on esitetty liitteen 1 taulukossa 17. Viranomaistarkastuksista suurin osa on solariumien käyttöpaikkatarkastuksia ja matkapuhelimien markkinavalvontaa.

4.2 Optinen säteily

Solariumlaitteiden valvonta

Solariumien käyttöpaikoille tehtiin yhteensä 19 tarkastusta (liite 1, taulukko 18). Samassa yhtey-

dessä opastettiin terveystarkastajia tarkastusten tekoon. Neljä käyttöpaikkaa selvisi ilman huomautuksia. Yhden solariumlaitteen käyttö määrättiin keskeytettäväksi, koska laitteen ajastin oli vaatimusten vastainen antaessaan vain pitkän, 30 minuutin, vakioajan. Noin 10 % laitteista ylitti STM:n ionisoimattoman säteilyn väestölle aiheuttaman altistumisen rajoittamisesta annetussa asetuksessa (294/2002) säädetyn enimmäisarvon 0,3 W/m². Asetuksen mukainen solariumin vuosittaista käyttöä rajoittava määräys (noin 20 käyttökertaa) samoin kuin asetuksen 18 vuoden ikärajasuositus puuttuivat joka neljännessä solariumin käyttäjälle tarkoitetusta ohjeesta. Tarkastuksissa havaittiin lisäksi, että alle 18-vuotiaat nuoret työt ovat alkaneet käyttää aiempaa enemmän solariumeja piittaamatta asetuksessa annetusta ikärajasuosituksesta. Osasyynä tähän on itsepalveluperiaatteella ja ilman käyttöpaikan henkilökunnan valvontaa toimivien solariumpaikkojen lisääntyminen.

Osa solariumtarkastuksista liittyi EU:n PROSAFE-ohjelman (2008–2009) yhteydessä toteutettavaan solariumien markkinavalvonnan kehittämishankkeeseen.

Muu valvonta

STM:n kanssa sovittiin, että STUK valvoo viranomaisena sellaisia laserlaitteita, jotka on tarkoitettu pääasiallisesti kuluttajakäyttöön, kosmeettiseen käyttöön ja yleisöesitysten valotehosteiksi. Tulli laati yhteistyössä STM:n ja STUKin kanssa laserosoittimien tuonnin valvontaa koskevan ohjeen. STUKissa valmisteltiin luonnos kuluttajalaserien turvallisuutta koskevaksi ST-ohjeeksi, aloitettiin laserosoittimien ja kosmetiikkalaserien valvonta ja jatkettiin yleisöesityksissä käytettävien suuritehoisten lasereiden valvontaa.

Poliisin tutkinnassa oli neljä laserosoittimella aiheutettua häirintätapausta. STUK teki häirintään käytetyistä osoittimista turvallisuusarviot

poliisille. Tulli pyysi STUKilta 46 kertaa neuvoa lasereiden, pääasiassa laserosoittimien, päästämisestä maahan. Lähes kaikkien laserosoittimien maahantuonti evättiin tyyppitarkastustodistusten puutteen tai osoittimien vaatimustenvastaisuuden vuoksi. Suuritehoisimmat Tulliin pysäytetyt osoitinlaserit olivat teholtaan 200 mW, kun kuluttajakäyttöön sallitaan vain 1 mW:n laserit. Maahantuojia veti STUKin määräyksestä markkinoilta pois taskulampun, jossa oli 6,8 mW:n tehoinen luokan 3B laserosoitin. Taskulampusta tehtiin silmävaaraa aiheuttavana kuluttajatuotteena ilmoitus Euroopan yhteisöjen komissiolle. Kuluttajaviraston leluvalvonnassa ilmitullut laserosoitimen sisältävä lasten jousipyssy testattiin ja todettiin liian voimakkaaksi (teho 4,3 mW, luokka 3R). Kuluttajavirasto kielsi lelun myynnin. Huuto.net-myyntipalstalle lähetettiin 15 myynti-ilmoituksen poistopyyntöä liian tehokkaiden laserosoitimien takia.

STUK ilmoitti sille tehdyn tiedustelun perusteella, että luokan 4 laserin käyttö tatuoinnin poistoon on sallittua vain lääkärin valvonnassa. Tehtyä linjaratkaisua sovelletaan myös muuhunkin luokan 4 lasereilla tehtävään ihon kosmeettiseen käsittelyyn, kuten karvanpoistoon.

Lasershow-esityksistä tehtiin 10 tarkastusta. Yksi esitys peruuntui, koska esittäjälle ei annettu lupaa suunnata säteitä taivaalle. Kolmesta tietoon tulleesta luvattomasta laseresityksestä tehtiin selvitys.

4.3 Sähkömagneettiset kentät

Langattomien päätelaitteiden markkina- valvonta

Matkapuhelimien markkina-
valvonta käynnistettiin vuonna 2003. UMTS-puhelimien markkina-

vonta aloitettiin vuonna 2007. Säteilytestauksia on tähän mennessä tehty yhteensä 100 matkapuhelimelle (liitteen 1 taulukko 19). Vuonna 2009 GSM- ja UMTS-tyyppisiä matkapuhelimia testattiin yhteensä 15 kpl. Suurin mitattu SAR-arvo oli 0,823 W/kg eikä se ylittänyt STM:n asetuksen (294/2002) enimmäisarvoa 2 W/kg.

4.4 Poikkeavat tapahtumat

Poikkeavasta tapahtumasta ilmoittaminen, jota säteilyasetuksen 17 § edellyttää (ks. kohta 2.9), koskee myös tapahtumia ionisoimattoman säteilyn käytössä. Vuonna 2009 STUKin tietoon tuli yksi lasersäteilyä koskeva poikkeava tapahtuma.

Tapahtuma 1

Poliisi ilmoitti STUKille, että teini-ikäinen poika osoitteli tien varressa ohiajavia autoja laserosoitimella. Ainakin yhdessä tapauksessa laserin säde osui auton tuulilasiin ja sen kautta kuljettajan silmään. Kuljettaja oli häikäistynyt pahasti ja tuntenut kipua silmässään. Työterveyslaitoksen mittauksen mukaan kyseessä oli luokan 3B laser, jonka teho oli 31,5 mW. Teho oli noin kuusinkertainen verrattuna luokan 3B alarajaan 5 mW, jonka ylittyessä lasersäteiden vaarallisuus silmän verkkokalvolle alkaa kasvaa nopeasti. Poliisi takavarikoi laitteen. STUK laati tapauksen johdosta tiedotteen, jossa varoitettiin käyttämästä laserosoitimia leluina.

Poikkeavien tapahtumien lukumäärät vuosina 2000–2009 on esitetty kuvassa 3 (kohta 1.1).

5 Säännöstötyö

ST-ohjeet

Säteilylainsäädännön mukaisen turvallisuustason toteuttamista varten STUK julkaisee säteilyn käyttäjille ja luonnonsäteilylle altistavan toimin-

nan harjoittajille tarkoitettuja ST-ohjeita. Ohjeet käännetään myös ruotsiksi ja englanniksi.

Vuonna 2009 julkaistiin seuraava ohje:

- ST 1.6 Säteilyturvallisuus työpaikalla.

6 Tutkimus

STUKin tutkimustoiminnan tavoitteena on tuottaa uutta tietoa säteilyn esiintymisestä, sen haittavai-
kutuksista ja niiden torjumisesta sekä säteilyläh-
teiden ja säteilynkäyttömenetelmien turvallisuu-
desta ja optimoidusta käytöstä. Tutkimus tukee
säteilyn käytön viranomaistoimintaa ja onnetto-
muusvalmiuden ylläpitoa. Säteilyn käyttöön liit-
tyvän tutkimuksen tavoitteena on parantaa tie-
tämystä ja asiantuntemusta säteilyn käytössä ja
varmistaa luotettava säteilyn mittaaminen.

6.1 Ionisoiva säteily

Ionisoivan säteilyn tutkimuksesta pääosa liittyy
säteilyn lääketieteelliseen käyttöön ja painottuu
potilaan säteilyturvallisuuteen. Tutkimustyölle on
kasvava tarve tutkimus- ja hoitomenetelmien no-
pean kehityksen vuoksi. Tutkimus- ja kehitystyötä
tehtiin seuraavassa esitetyissä projekteissa.

IAEA-dosimetriaohjeisto röntgendiagnostiikkaan

Vuoden 2006 aikana käynnistyi Kansainvälisen
atomienenergiajärjestön (IAEA) tutkimushanke
diagnostiikan dosimetriaohjeiston testauksesta
(Coordinated Research Project 2006–2007: Testing
of the Implementation of the Code of Practice
on Dosimetry in X-ray Diagnostic Radiology).
Projektissa STUK osallistui erityisesti pinta-ala-
annosmittarien testaustoimintaan, tietokoneto-
mografian annosmittauksissa käytettävien mitta-
rien kalibrointi- ja mittausten menetelmien testauk-
seen sekä mammografian dosimetriaan. Projekti
jatkui vielä vuonna 2009. Röntgendiagnostiikan
annosmittausohjeen testaushankkeen raportin lo-
pullinen luonnos hyväksyttiin. Tutkimusprojektin
IAEA:n raportti on valmisteltavana.

Eurooppalainen metrologian tutkimusohjelma EMRP (European Metrology Research Programme)

Vuonna 2008 käynnistyi kaksi metrologiaan liitty-
vää yhteisrahoitteista eurooppalaista tutkimushan-
ketta: JRP6-Brachytherapy ja JRP7-External Beam
Cancer Therapy. Projektit päättyivät vuonna 2011.
Projekteissa kehitetään primaarimittalaitteita sekä
mittausmenettelyjä klinisiin sädehoidon mittauk-
siin. Sisäisen sädehoidon osalta koko projektin
(JRP6) tavoitteena on varmistaa dosimetrian tark-
kuus ja luotettavuus tykohoitolähteiden annosja-
kaumien mittauksissa. Ulkoisen sädehoidon osalta
(JRP7) tavoitteena on varmistaa dosimetrian tark-
kuus ja luotettavuus moderneissa, pienten ja muo-
toiltujen säteilykenttien hoitotekniikoissa. STUKin
osalta sisäisen sädehoidon projektissa tavoite on
selvittää mittauksissa käytettävien dosimetrien
ominaisuudet ja ulkoisen sädehoidon projektissa
tehdä mittausjärjestelmä eturauhassyövän sädehoi-
don mittauksiin. Vuonna 2009 STUKissa rakennet-
tiin vesitäytteen mittausfantomin ensimmäinen
koeversio. Mittausfantomiin on mahdollista asettaa
useita erityyppisiä detektoreja sekä elimiä vastaa-
via anatomisia rakenteita. Lisäksi suunniteltiin ja
rakennettiin itsekehittyvään filmiin perustuva fil-
min lukijalaitteisto. Useiden erityyppisten annos-
mittarien ominaisuuksia selvitettiin sekä laborato-
riossa että kenttämittauksissa sädehoitoklinikoilla.
Työn tulokset esiteltiin projektiraporteissa.

Muut projektit

Muita ionisoivan säteilyn käyttöön liittyviä tutki-
musprojekteja ovat olleet seuraavat, vuonna 2010
jatkuvat projektit:

- Protonien ja raskaiden ionien energianmenetys vedessä sädehoidon ja kosmisen säteilyn dosimetrian kannalta kiinnostavalla energia-alueella. Veden jarrutuskyvyn mittaukset on suoritettu Jyväskylän yliopiston kiihdytinlaboratoriossa. Projekti jatkuu tulosten käsittelyllä.
- Sädehoitokiihdyttimen mallinnus BEAMnrc-laskentakoodilla. Mallinnus on tehty ja tutkimus jatkuu tulosten käsittelyllä. Tuloksia hyödynnetään sädehoidon valvonnassa annosuunnittelun tuottamien annosjakaumien varmistamiseen.
- Terveystieteenhuollossa röntgendiagnostiikasta väestölle aiheutuvan säteilyannoksen määrittäminen. Väestön säteilyannoksen laskenta on tehty natiiviröntgentutkimusten osalta, osaksi opinnäytetyön avulla. Tutkimus jatkuu muiden röntgentutkimusten osalta.
- Lasten tietokonetomografiatutkimuksista potilaille aiheutuvien säteilyannosten ja annosten vertailutasojen selvittäminen. Tutkimus on aloitettu yhteistyössä Suomen yliopistollisten sairaaloiden ja Baltian maiden (Viro, Liettua) kanssa.

Opinnäytetyöt

Opinnäytetöiden tuloksia voidaan hyödyntää STUKin toiminnassa tai tulokset vaikuttavat säteilyturvallisuuden paranemiseen Suomessa.

Natiiviröntgentutkimuksista väestölle aiheutuvan säteilyannoksen määrittäminen.

Tämän röntgenhoitajan opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa väestön säteilyaltistusta koskeva arvio natiiviröntgentutkimusten osalta. Arvioinnissa käytettiin hyväksi Euroopan yhteisöjen komission ohjeiden mukaista väestön säteilyaltistuksen laskentamenettelyä.

Patient exposure monitoring and radiation qualities in two-dimensional digital x-ray imaging

Tämän väitöskirjatyön tarkoituksena oli tutkia röntgendiagnostiikan potilasannosmittauksissa käytettäviä pinta-ala-annosmittareita ja mammografian dosimetriaa.

6.2 Ionisoimaton säteily

Pääosa ionisoimattomaan säteilyyn liittyvästä tutkimus- ja kehitystyöstä tehtiin seuraavassa esitettyjen yhteisrahoitteisten (YHR) tutkimusprojektien puitteissa.

Vuonna 2008 aloitetussa EMRP-NIR-projektissa (JRP T4.J07 Traceable measurement of field strength and SAR for the physical agents directive) jatkettiin SAR-TEM-kammion kehitystyötä alle 400 MHz:n taajuuksilla tehtäviin SAR-mittapäiden kalibrointiin. SAR-TEM-kammio viritettiin toimimaan taajuuksilla 450 MHz ja 380 MHz säätämällä kudosekvivalentin nesteen kerroksen paksuutta. Taajuuksilla 300 MHz, 150 MHz ja 30 MHz SAR-TEM-kammion sisäänmenoon kytkettiin LC-piirit, joilla saatiin kapeakaistainen sovitus kyseisille taajuuksille, kun kammiossa käytettiin englantilaisen projektiosapuolen NPL:n (National Physical Laboratory) valmistamia pään sähköisiä ominaisuuksia jäljitteleviä nesteitä. STUKin SAR-mittapää ja NPL:n mittapää kalibroitiin yllä mainituilla taajuuksilla. NPL:n mittapää lähetetään myös Japaniin kalibroitavaksi. NPL:n vertailtua kalibrointien tulokset laaditaan yhteinen epävarmuusraportti, jossa käsitellään myös lämpötilan ja ominaislämpökapasiteetin mittausten epävarmuutta.

EMRP-NIR-projektissa rakennettiin myös 10–50 MHz:n taajuuksilla toimiva kalibraattori mitauslaitteille, joilla mitataan raajaan indusoituvaa radiotaajua virtaa. Kalibraattorin ominaisuudet on mitattu ja sen on testauksissa todettu toimivan suunnitelmien mukaisesti. Raajavirtojen mittauksia ja mittauslaitteiden kalibrointeja vertaillaan NPL:n kanssa vuonna 2010.

Vuoden 2009 alussa aloitettiin TEKESin (Teknologian kehittämiskeskus) rahoittama matkapuhelinsäteilyn tutkimushanke (WIRECOM), johon osallistuvat Työterveyslaitos, Turun yliopisto ja STUK. Turun yliopiston ja Työterveyslaitoksen fysiologisissa kokeissa tarvittavat altistuslaitteistot suunniteltiin ja toteutettiin sekä opastettiin laitoksia niiden käyttöön. Ennen altistusten aloittamista määritettiin SAR-mittauksin ja numeerisilla malleilla tehdyillä tietokonelaskelmilla mahdollisimman tarkasti koehenkilöiden altistuminen. STUKin epidemiologiseen hankkeeseen tehtiin

dosimetrista tutkimusta arvioimalla matkapuhelien käyttäjien altistumiseen vaikuttavia tekijöitä.

MF Safety -projektin loppuraportti viimeisteltiin raporttiluonnokseen tulleiden kommenttien perusteella. STUKin osuus päättyi helmikuussa 2009. Kyseessä oli TEKES-rahoitteinen projekti, jossa STUKin tehtävänä oli laskea sähkönjako-kaapissa työskentelevään henkilöön indusoituvat virrat. MF Safety -projektissa käyttöönotettua laskentaohjelmaa hyödynnettiin laadittaessa ICNIRPin (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection) uusia ohjearvoja pientaajuisille sähkökentille. Kehoon indusoituneen sähkökentän määritelmän järkevyys var-

mistettiin laskemalla indusoituneen sähkökentän hienojakauma kehon eri osissa käyttämällä magneettikentän lähteenä homogeenista kenttää sekä transkraniaalisen magneettistimulaattorin aiheuttamaa kenttää.

Muu tutkimustoiminta

Ionisoimattoman säteilyn YHR-tutkimusprojektien lisäksi tutkimusta ja teknistä kehitystyötä suoritettiin osana NIR-yksikön perustoimintaa.

Tieteellisestä artikkelista, joka liittyy ICNIRPin työhön uusien ohjearvojen kehittämiseksi pientaajuisille sähkö- ja magneettikentille, laadittiin luonnos, ja sen työstämistä jatketaan vuoden 2010 alkupuolella.

7 Kansainvälinen yhteistyö

STO:n ja NIRin edustajat ovat mukana monissa ionisoivan ja ionisoimattoman säteilyn käytön valvontaa sekä turvallisuusohjeiden ja mittaussmenetelmien kehittämistä ja myös säteilyalan standardisointitoimintaa käsittelevissä kansainvälisissä järjestöissä, toimikunnissa ja asiantuntijaryhmissä (IAEA, NACP, EURADOS, EURAMET, ESTRO, ESOREX, ICRU, NEA, AAPM, NOG, IEC, ISO, CEN, CENELEC, ICNIRP, EAN, EUTERP).

Osallistuminen kansainvälisten työryhmien kokouksiin

Vuonna 2009 STUKin edustajat osallistuivat seuraavien kansainvälisten järjestöjen ja työryhmien kokouksiin:

- Kansainvälisen atomienergiajärjestön (IAEA) ohjeita valmistelevat työryhmät
- EURAMETin (European Collaboration in Measurement Standards) ionisoivan säteilyn yhdysheleilöiden kokous
- EURADOSin (European Radiation Dosimetry Group) vuosikokous ja työryhmät
- HERCAN (Heds of European Radiation Control Authorities) työryhmät
- EAN:n (European Alara Network) työryhmä
- Pohjoismaisten säteilyn käytön valvontaviranomaisten Röntgendiagnostiikan työryhmä
- Pohjoismaisten säteilyn käytön valvontaviranomaisten Dosimetriatyöryhmä
- BEMS (Bioelectromagnetic Society) -kokous
- ICNIRPin pääkomitean kokoukset
- IEC:n TC61/MT16-solariumtyöryhmä
- Matkapuhelintyöryhmä MT-62209
- Pohjoismainen UV- ja otsonityöryhmä (NOG)
- Pohjoismainen laser- ja valopulssilaitetyöryhmä.

Osallistuminen muihin kansainvälisiin kokouksiin

STO:n ja NIRin edustajat osallistuivat lukuisiin säteilyturvallisuusalan kansainvälisiin kokouksiin, kongresseihin ja koulutustilaisuuksiin ja pitivät niissä esitelmiä ja luentoja (järjestäjinä muun muassa IAEA, EANM, ESTRO, EURAMET, CIPM, Euroopan yhteisöjen komissio).

Muu kansainvälinen yhteistyö

Pohjoismaisen dosimetriatyöryhmän puitteissa STUK toteutti ionisoivan säteilyn kalibrintilaboratorioiden koulutustilaisuuden STUKissa. Koulutus koostui luennoista ja laboratorioharjoituksista.

Pohjoismaisten säteilyturvallisuusjohtajien aloitteesta (Chefsmöte) laadittiin pohjoismaisena yhteistyönä kaksi ionisoimatonta säteilyä koskevaa kannanottoa:

- Kiinteistä radiolähetimistä (tukiasemat, yleisradioasemat) peräisin olevan heikon radiotaajuuden taustasäteilyn väitetystä terveydellisistä haitoista todettiin, että niistä ei ole mitään tieteellistä todistetta. Kannanoton tekninen liite yleisessä elinympäristössä esiintyvistä radiotaajuuden säteilyn lähteistä perustui STUKin raporttiin "Väestön altistuminen radiotaajuisille kentille Suomessa" (STUK-TR 5). STUKista osallistuttiin myös kannanottoehdotuksen laatineen asiantuntijatyöryhmän työhön.
- Solariumeista säteilyturvallisuusjohtajat totesivat, että niiden käyttö on ihosyöpäriskin johdosta syytä kieltää alle 18-vuotiailta. Antamassaan solariumin ikäsuosituskannanotossa Suomen, Ruotsin, Islannin ja Norjan säteilyturvallisuusviranomaiset suosittelivatkin laadittavaksi säädökset, joissa solariumin käyttö sekä laitteiden myyminen ja vuokraaminen kielletään alle 18-vuotiailta. Tanska vetäytyi tästä kannanotosta.

8 Kotimainen yhteistyö

STO:n ja NIRin edustajat ovat mukana monissa ionisoivan ja ionisoimattoman säteilyn käytön valvontaa ja tutkimusta sekä säteilyalan standardisointitoimintaa käsittelevissä kotimaisissa toimikunnissa ja asiantuntijaryhmissä (muun muassa Metrologian neuvottelukunta, Sädeturvapäivätoimikunta, Eurolab-Finland, SESKO, STM:n asettama Kliinisen auditoinnin asiantuntijaryhmä).

STUKin järjestämät kotimaiset kokoukset

Vuonna 2009 STUK järjesti seuraavat kokoukset:

- Vastaavien johtajien koulutusorganisaatioiden neuvottelupäivä 20.5.2009, Helsinki
- Säteihoitofyysikoiden neuvottelupäivät 11.–12.6.2009, Vuonislampi, osanottajia 23
- Lääketieteellisen röntgentekniikan asiantuntijoiden neuvottelupäivät 27.–28.8.2009, Tervakoski; osanottajia oli kaikkiaan 60
- Sädeturvapäivät 5.–6.11.2009 Tampereella yhdessä Suomen Radiologiyhdistyksen kanssa.
- Säteilyturvallisuus ja laatu isotooppilääketieteessä -neuvottelupäivät 19.–20.11.2009, Helsinki; osanottajia oli yhteensä noin 70.

Osallistuminen kotimaisten työryhmien kokouksiin

STUKin edustajat osallistuivat seuraavien kotimaisten järjestöjen ja työryhmien kokouksiin:

- SESKO SK 61 Kotitaloussähkölaitteiden turvallisuus
- SESKO SK 106 Altistuminen sähkömagneettisille kentille
- Kansallinen RAPEX (Rapid alert system for non-food consumer products) -verkosto (vakavaa vaaraa aiheuttavien kulutustavaroiden ilmoitusjärjestelmä EU:ssa).

Osallistuminen muihin kotimaisiin kokouksiin

STO:n ja NIRin edustajat osallistuivat lukuisiin säteilyturvallisuusalan kotimaisiin kokouksiin ja pitivät niissä esitelmiä ja luentoja.

Muu kotimainen yhteistyö

STUKin asiantuntijat luennoivat Aalto-yliopiston teknillisessä korkeakoulussa kurssin ”Sähkömagneettisten kenttien ja optisen säteilyn biologiset vaikutukset ja mittaukset”.

9 Viestintä

Kirjat, tiedotteet, katsaukset

STUK julkaisee Säteily- ja ydinturvallisuus -kirjasarjan, johon kuuluu yhteensä seitsemän kirjaa. Vuosina 2002–2006 on sarjasta julkaistu seuraavat osat:

- osa 1, Säteily ja sen havaitseminen
- osa 2, Säteily ympäristössä
- osa 3, Säteilyn käyttö
- osa 4, Säteilyn terveysvaikutukset
- osa 5, Ydinturvallisuus
- osa 6, Sähkömagneettiset kentät.

Kirjasarjan seitsemäs osa, joka käsittelee ultravioletti- ja lasersäteilyä, julkaistiin keväällä 2009.

Radioaallot ympäristössä -katsaus käännettiin sekä ruotsiksi että englanniksi ja molemmat vietiin STUKin www-sivuille.

Ajankohtaistiedottaminen

Vuoden aikana NIR-yksikköön tuli runsaasti kysymyksiä kansalaisilta, säteilyn käyttäjiltä, tiedotusvälineiltä ja muilta ionisoimattomasta säteilystä kiinnostuneilta tahoilta. Tiedotusvälineille annettiin useita haastatteluja. Päivittäin tuli kansalaisilta kyselyjä www-sivujen kautta ja puhelinsoittoja mitä erilaisimmista säteilyhuolista.

STUKin www-sivujen uudistuksen yhteydessä parannettiin myös ionisoimatonta säteilyä koskevia sivuja.

Ilmatieteen laitos, Syöpäjärjestöt ja STUK järjestivät yhteisen UV-tiedotustilaisuuden huh-tikuussa. Tilaisuudessa kuultiin muun muassa, miten ulkotyöntekijän tulee suojautua auringolta, miten UV-säteily näkyy ammattikohtaisissa syöpätalastoissa ja onko ihosyöpien määrä lisääntynyt edelleen. Tilaisuus on järjestetty joka kevät vuodesta 2003 lähtien.

Lehdistötiedotteita laadittiin seuraavista aiheista:

- Lasten matkapuhelimien käyttöä on hyvä rajoittaa
- Matkapuhelinten terveysvaikutusten tutkimus Suomessa jatkuu
- Kansainvälinen yhteistyö apuna matkapuhelien markkinavalvonnassa
- Laserosoitin ei ole lelu
- Työntekijöiden säteilyannokset ennallaan
- Ulkotöissä syytä huolehtia auringon säteilyltä suojautumisesta
- Auringon UV-säteilystä tarpeeksi D-vitamiinia keväästä syksyyn
- Tatuoinnin poisto laserilla voi olla terveysriski
- Onko tämä röntgentutkimus todella tarpeen? Huolellinen oikeutusarviointi pienentää väestön säteilyannosta
- Solariumin käyttö kiellettävä alle 18-vuotiailta
- Yhteispohjoismainen kannanotto: Tukiasemien ja langattomien verkkojen aiheuttamia kenttiä ei tarvitse pienentää.

10 Mittanormaalitytoiminta

10.1 Yleistä

STUK toimii säteilysuureiden kansallisena mittanormaalitylaboratoriona ja pitää yllä mittanormaalityja Suomessa tehtävien säteilymittausten tarkkuuden ja jäljitettävyyden varmistamiseksi. STUK huolehtii omien mittanormaalitynsa kalibroinneista säännöllisin väliajoin Kansainvälisessä paino- ja mittatoimistossa (BIPM) tai muussa primäärilaboratoriossa. Säteilymetrologiaan liittyen STUK osallistuu Metrologian neuvottelukunnan toimintaan ja EURAMET-järjestön toimintaan.

Mittanormaalitytoiminnasta vastaavat STOn Dosimetrialaboratorio (DOS-laboratorio) ionisoivan säteilyn osalta ja NIR-yksikkö ionisoimattoman säteilyn osalta. Ionisoivan säteilyn aktiivisuussuureiden mittanormaalitytoiminnasta vastaa STUKin Tutkimus- ja ympäristövalvonta -osasto (TKO).

Mittanormaalitytoiminnan ulkoinen selvitys

Vuonna 2009 STUK osallistui valtiovarainministeriön käynnistämään kansallisen mittanormaality- ja vertailulaboratoriotoiminnan kehittämisselvitykseen. Sosiaali- ja terveysministeriön asettama selvitysmies tutustui STUKin mittanormaalitytoimintaan. Selvityksen tulokset eivät vielä ole käytettävissä.

10.2 Ionisoiva säteily

Mittanormaalityien ylläpito, säteilytyslaitteiden ja mittaussuomenetelmien kehitystyö

DOS-laboratorio on uudistanut säteilysuojelukalibrointeihin tarvittavia säteilylähteitään. Kuudesta tilatusta gammalähteestä neljä otettiin käyttöön vuonna 2009. Lisäksi otettiin käyttöön uudet beetälähteet. Sädehoidon kalibrointeihin tarkoitettu uudesta ^{60}Co -laitteesta valmistettiin tarjouspyynnöt. Tarjousten käsittely tehdään vuonna 2010.

Sädehoidon kiihdyttimien elektronisäteilykent-

tien mittaauksissa käytettävien ionisaatiokammioiden kalibrointimenettely uudistettiin. Kammiot kalibroidaan määrääjoin ^{60}Co -gammäsäteilykeilassa ja muunnos elektronisäteilylle määritetään IAEA/WHO:n annosmittausohjeiston mukaisesti. Aiemmin kammiot kalibroitiin sädehoitokiihdyttimen elektronikeilassa.

Mittari- ja mittaussuvertailut

Vuonna 2009 DOS-laboratorio osallistui IAEA/WHO:n ylläpitämään laboratorioverkostoon kuuluvien kalibrointilaboratorioiden kesken vuosittain järjestettävään absorboituneen annoksen TLD-mittaus-suvertailuun ^{60}Co -säteilyllä (sädehoidon annostarkkuus). Lisäksi laboratorio osallistui IAEA/WHO:n järjestämään ilmakerman TLD-suvertailuun ^{137}Cs -säteilyllä (säteilysuojelun annostarkkuus). STUKin tuloksen poikkeama ^{60}Co -suvertailussa oli -1,4 % ja ^{137}Cs -suvertailussa -2,8 % IAEA:n vertailuarvoista. STUKin tulokset olivat hyvin IAEA:n hyväksyntärajojen sisäpuolella.

Kuvassa 5 on esitetty STUKin mittaustulosten poikkeamat vertailuarvosta IAEA/WHO:n järjestämissä sädehoitotason mittaussuvertailuissa vuosina 1999–2009.

Ulkoiset arvioinnit

DOS-laboratorion annossuureiden mittanormaalitytoimintaan kohdistui Mittatekniikan keskuksen ulkoinen laatuarviointi. Toiminnan laatu täyttää mittanormaalitytoiminnalle asetetut vaatimukset.

Suomen kansallisen mittanormaalitytoiminnan laadunarviointi EURAMETissa toteutui Mittatekniikan keskuksen esittelemänä. Osana Suomen mittanormaalitytoimintaa käsiteltiin myös DOS-laboratorion annossuureiden mittanormaalitytoiminta ja se sai EURAMETin laatutyöryhmän hyväksynnän helmikuussa 2009.

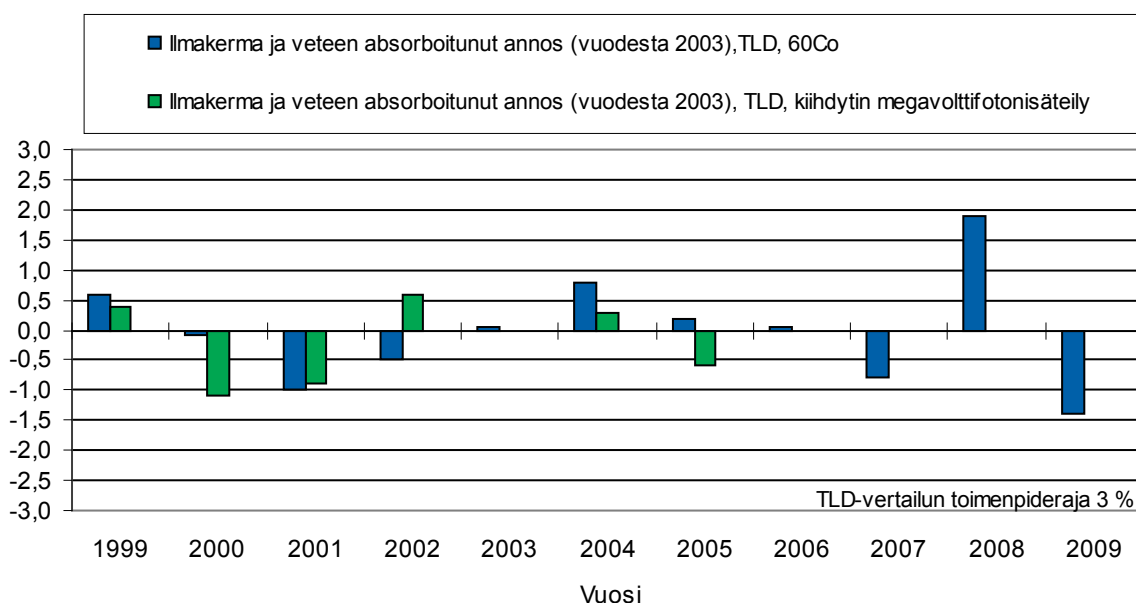
10.3 Ionisoimaton säteily

Mittari- ja mittausvertailut

STUK osallistui vuosina 2008–2009 sveitsiläisen SPEAG:in (Schmid & Partner Engineering AG) järjestämään matkapuhelinten SAR-mittausvertailuun. Vertailuun osallistui 18 laboratoriota ympäri maailman (9 Euroopasta, 4 Amerikasta ja 5 Aasiasta). Vertailu toteutettiin kierrättämällä kahta UMTS-taajuudella (1 950 MHz) toimivaa puhelinta. STUKin tulokset eivät poikenneet merkittävästi keskiarvosta, joten tämä varmisti, että myös uudella simulaattorilla tehtävät UMTS-puhelimien SAR-testit ovat luotettavia.

tettavia.

Solariumien UV-säteilyn vertailumittauksia tehtiin laitteiden käyttöpaikoilla EU:n PROSAFE-ohjelman solariumprojektin hollantilaisen koordinaattorin VWA:n (Voedsel en Waren Autoriteit, Hollannin elintarvike- ja kuluttajaviranomainen) kanssa. Suomessa tehdyt mittaukset osoittivat, että laboratorio-oloissa STUKin ja VWA:n erot olivat alle 10 %, mutta käyttöpaikoilla tehdyissä mittauksissa erot olivat jopa 30 %. Suurin syy käyttöpaikkaeroihin oli STUKin Ocean Optics -spektroradiometriin liitetty kaistanpäästösuodatin, jonka vaimennus riippuu lämpötilasta. Ongelma korjaantui suodatimen poistolla.



Kuva 5. STUKin mittauksien poikkeama (%) vertailuarvosta IAEA/WHO:n mittausvertailuissa vuosina 1999–2009.

11 Palvelut

11.1 Ionisoiva säteily

Kalibroinnit, testaukset ja säteilytykset

DOS-laboratorio toteutti säteilymittarien kalibroinnit ja testaukset kysyntää vastaavasti. Säteilymittarien kalibrointi-, tarkastus- ja testaustodistuksia annettiin 128 kappaletta ja säteilytystodistuksia 27 kappaletta. Kalibroinneista noin viidesosa ja säteilytyksistä noin kolmasosa tehtiin STUKin omille mittalaitteille ja näytteille.

Muut palvelut

Röntgendiagnostiikan potilasannoslaskentaan suunniteltua PCXMC-tietokoneohjelmaa myytiin 78 kpl. Röntgenlaitteiden standardinmukaisuustestauksia ja selvityksiä tehtiin 8 kpl.

Koulutuspalveluina STUK järjesti vuonna 2009 seuraavat tilaisuudet:

- Säteilyturvallisuus ja laatu röntgendiagnostiikassa -koulutuspäivät 25.–27.3.2009; osanottajia oli 168
- Teollisuuden 7. säteilyturvallisuuspäivät 7.–8.10.2009 Hämeenlinnassa; tilaisuuteen osallistui 130 henkilöä.

STUK toteutti Euroopan yhteisöjen komission Twinning -projektin ”Strengthening of administrative structures for radiation protection and safety use of ionizing radiation in diagnostics and therapy” Bulgariassa 20.5.2008–19.5.2009. Projektiin osallistuivat lähes kaikki terveydenhuollon säteilyn käyttöä valvovat STO:n tarkastajat ja STUKin Dosimetrialaboratorion säteilyn lääketieteellisen käytön asiantuntijat. Projektissa saavutettiin kaikki asetetut tavoitteet Bulgarian säteilyn käytön turvallisuuden parantamiseksi. Tuloksista valmistui ensimmäinen julkaisu vuoden 2009 aikana (ks. liite 2, Kansainväliset julkaisut, Korpela et al.).

11.2 Ionisoimaton säteily

Kalibroinnit, testaukset ja säteilytykset

NIR-yksikkö teki säteilymittarien kalibrointeja ja testauksia yhteensä 31 kpl sekä turvallisuusarviointeja ja säteilymittauksia yhteensä 12 kpl. NIR-yksikön palvelusuoritteet vuosilta 2000–2009 on esitetty liitteen 1 taulukossa 17.

LIITE 1

TAULUKOT

Taulukko 1. Säteilytoimintojen lukumäärät terveydenhuollon säteilyn käytössä ja eläinlääketieteessä vuoden 2009 lopussa.

Säteilyn käyttö	Toiminnot (kpl)
Tavanomainen hammasröntgentoiminta	1 820
Röntgenlaitteiden käyttö (ei eläinlääketiede)	395
Röntgenlaitteiden käyttö (eläinlääketiede)	219
Avolähteiden käyttö	40
Umpilähteiden käyttö	26
Sädehoito	14

Taulukko 2. Säteilylähteiden ja -laitteiden sekä radionuklidilaboratorioiden lukumäärät terveydenhuollon säteilyn käytössä ja eläinlääketieteessä vuoden 2009 lopussa.

Laitteet/lähteet/laboratoriot	Lukumäärä (kpl)
Röntgentutkimuslaitteet (generaattorit)*)	1 532
• tavanomaiset röntgenlaitteet	765
• läpivalaisulaitteet	402
• mammografialaitteet	171
• tietokonetomografialaitteet	76
• luun mineraalipitoisuuden mittausslaitteet	76
• hammasröntgenlaitteet (luvanvaraiset)	65
• muut röntgenlaitteet	4
Hammasröntgenlaitteet	5 440
• tavanomaiset hammasröntgenlaitteet	4 766
• panoraamaröntgenlaitteet	674
Sädehoidon laitteet	110
• kiihdyttimet	40
• jälkilataushoitolaitteet	6
• manuaaliset jälkilatauslaitteet	5
• röntgenhoitolaitteet	1
• röntgenkuvauslaitteet	19
• hoitolaitteen simulaattorit	19
• umpilähteet (tarkistuslähteet)	19
• BNCT-hoitoasema	1
Umpilähteet	191
• vaimennuskorjausyksiköt	16
• kalibrointi- ja testauslaitteet	164
• gammasäteilyttimet	6
• muut terveydenhuollon umpilähteet	5
Eläinlääketieteen röntgenlaitteet	273
Radionuklidilaboratoriot	58
• B-tyypin laboratoriot	23
• C-tyypin laboratoriot	35

*) Röntgentutkimuslaitteen muodostaa suurjännitegeneraattori, yksi tai useampi röntgenputki sekä yksi tai useampi tutkimusteline.

Taulukko 3. Säteilytoimintojen lukumäärät teollisuuden, tutkimuksen ja opetuksen säteilyn käytössä vuoden 2009 lopussa.

Säteilyn käyttö	Toiminnot (kpl)
Umpilähteiden käyttö	615
Röntgenlaitteiden käyttö	418
Radioaktiivisten aineiden tuonti, vienti tai kauppa	128
Asennus, koekäyttö ja huolto	125
Avolähteiden käyttö	134
Hiukkaskiihdyttimen käyttö	18

Taulukko 4. Säteilylähteiden ja -laitteiden sekä radionuklidilaboratorioiden lukumäärät teollisuuden, tutkimuksen ja opetuksen säteilyn käytössä vuoden 2009 lopussa.

Laitteet/lähteet/laboratoriot	Lukumäärä (kpl)
Radioaktiivista ainetta sisältävät laitteet	6 403
• pintakytkimet	2 234
• pinnankorkeusmittarit	1 141
• tiheysmittarit	1 007
• pintapainomittarit	640
• kuljetinväärit	584
• kalibrointi-, testaus- tai opetuslaitteet tai -lähteet	177
• kosteus- ja tiiveysmittarit	125
• fluoresenssianalysaattorit	90
• radiografialaitteet	21
• muut laitteet	384
Röntgenlaitteet ja kiihdyttimet	1 345
• läpivalaisulaitteet	491
• radiografialaitteet	368
• diffraktio- ja fluoresenssianalysaattorit	323
• pintapainomittarit	46
• hiukkaskiihdyttimet	20
• muut röntgenlaitteet	97
Radionuklidilaboratoriot	159
• A-typin laboratoriot	4
• B-typin laboratoriot	27
• C-typin laboratoriot	125
• toiminta laboratorion ulkopuolella (merkkiainekokeet teollisuuslaitoksissa)	3

Taulukko 5. Teollisuuden, tutkimuksen ja opetuksen säteilyn käytössä umpilähteissä yleisimmin käytettävät radionuklidit ja niiden lukumäärät vuoden 2009 lopussa.

Radionuklidi	Säteilylähteitä (kpl)
Muut kuin korkea-aktiiviset umpilähteet	
Cs-137	4 475
Co-60	1 527
Kr-85	414
Am-241 (gammalähteet)	384
Pm-147	185
Am-241 (AmBe-neutronilähteet)	136
Fe-55	126
Ra-226	74
Ni-63	65
Sr-90	62
Korkea-aktiiviset umpilähteet	
Cs-137	60
Co-60	27
Ir-192	11
Am-241 (gammalähteet)	8
Sr-90	5
Am-241 (AmBe-neutronilähteet)	5

Taulukko 6. Turvallisuusluvan alaisen toiminnan tarkastukset vuonna 2009 (tarkastuksen tyyppin mukaan jaoteltuina).

Tarkastuksen tyyppi	Tarkastusten lukumäärä (kpl)	
	Teollisuus, tutkimus ja opetus	Terveystieteiden ja eläinlääketiede
Käyttöönottotarkastus	0	139
Määräaikaistarkastus	158	111
Uusintatarkastus	0	0
Muu tarkastus tai mittaus	6	0
Tarkastuksia yhteensä	164	250

Taulukko 7. Turvallisuusluvan alaisen toiminnan tarkastukset vuonna 2009 (toiminnan tyyppin mukaan jaoteltuina).

Toiminnan tyyppi	Tarkastusten lukumäärä (kpl)
Säteilyn käyttö terveydenhuollossa ja eläinlääketieteessä*)	
• röntgentoiminta	188
• sädehoito	42
• hammasröntgentoiminta	35
• eläinröntgentoiminta	26
• isotooppitoiminta	9
• muu säteilyn käyttö	0
Säteilyn käyttö teollisuudessa, tutkimuksessa ja opetuksessa*)	
• teollisuus	137
• tutkimus ja/tai opetus	19
• radioaktiivisten aineiden kauppa	5
• asennus ja/tai huoltotoiminta	6
• muu säteilyn käyttö	3
Tarkastuksia yhteensä	470
*) Näiden tarkastusten yhteenlaskettu määrä on suurempi kuin taulukossa 6, koska joissakin tapauksissa yksi tarkastus on koskenut kahta toiminnan tyyppiä.	

Taulukko 8. Umpilähteiden tuonti ja vienti vuonna 2009.

Radionuklidi	Tuonti		Vienti	
	Aktiivisuus (GBq)	Lukumäärä (kpl)	Aktiivisuus (GBq)	Lukumäärä (kpl)
Ir-192	51 722	14	6 076	15
H-3	1 480	500	15	5
Kr-85	956	69	-*)	-
Fe-55	100	21	3	2
Gd-153	36	18	0	68
Am-241				
(gammalähteet)	23	89	-	-
Sr-90	8	12	0	5
Am-241 (AmBe-neutronilähteet)	6	4	-	-
Co-57	4	21	0	6
Pm-147	4	20	1	7
Ni-63	2	5	2	3
Cd-109	2	2	2	2
Cs-137	1	9	0	1
Ge-68	1	5	-	-
Co-60	1	1	0	1
muut yhteensä **)	1	36	15	5
Yhteensä	54 347	826	6 114	120

*) Merkintä "-" tarkoittaa, ettei vientiä ole ollut.

**) Tuonti, nuklidit: Ba-133, Cf-252, Eu-152, Po-210, Ra-226, Sr-89, Tc-99m.

Taulukko 9. Avolähteiden tuonti ja vienti vuonna 2009.

Radionuklidi	Aktiivisuus (GBq)	
	Tuonti	Vienti
Mo-99	42 456	7 290
I-131	6 230	2 086
Tc-99m	2 542	-*)
I-123	1 126	50
P-32	226	60
Tl-201	123	-
I-125	113	3
Sm-153	82	-
In-111	46	-
Sn-117m	28	-
S-35	18	-
H-3	17	2
Y-90	15	-
Cr-51	5	-
C-14	4	0
F-18	-	102
muut yhteensä **)	6	1 956
Yhteensä	53 037	11 549

*) Merkintä "-" tarkoittaa, ettei tuontia tai vientiä ole ollut.

**) Tuonti, nuklidit: Ba-133, Ca-45, Co-60, Cs-137, Fe-55, Ga-67, Ge-68, I-124, I-128, Lu-177, Na-22, Nb-94m, P-33, Pb-210, Re-186, Se-75.
Vienti, nuklidit: Eu-152, Ge-68, Lu-177.

Taulukko 10. Radioaktiivisten aineiden (avolähteiden) valmistus vuonna 2009.

Radionuklidi	Aktiivisuus (GBq)
F-18	62 343
C-11	10 892
Br-82	2 591
muut yhteensä*)	5
Yhteensä	75 831
*) Mm. nuklidit: Au-198, Co-60, Cu-64, Ho-166, Na-24, Pt-191.	

Taulukko 11. Annostarkkailussa olleiden työntekijöiden lukumäärät toimialoittain vuosina 2005–2009.

Vuosi	Työntekijöiden lukumäärä toimialoittain								
	Terveydenhuolto		Eläinlääketiede	Teollisuus	Tutkimus ja opetus	Radioaktiivisten aineiden valmistus	Muut*)	Ydinenergian käyttö**)	Yhteensä***)
	Röntgensäteilylle altistuvat	Muille säteilylähteille altistuvat							
2005	4 837	896	355	1 172	995			3 584	11 698
2006	4 779	936	363	1 281	948			3 862	12 039
2007	4 767	961	368	1 275	927			3 257	11 441
2008	4 872	984	392	1 293	884			3 444	11 550
2009	4 440	992	458	1 232	810	15	49	3 704	11 571

*) Sisältää toimialat: asennus/huolto/tekninen koekäyttö, kauppa/tuonti/vienti ja palvelut.

**) Suomalaisilla ja ulkomaisilla ydinvoimalaitoksilla työskentelevät suomalaiset sekä suomalaisilla laitoksilla työskentelevät ulkomaiset työntekijät.

***) Tässä sarakkeessa tietyllä rivillä oleva luku ei välttämättä ole sama kuin saman rivin muissa sarakkeissa olevien lukujen summa, koska terveydenhuollossa on henkilöitä, jotka altistuvat sekä röntgensäteilylle että muille säteilylähteille ja teollisuudessa on henkilöitä, jotka työskentelevät myös ydinenergian käytön parissa.

Taulukko 12. Annostarkkailussa olleiden työntekijöiden kokonaisannokset (syväannosten summat) toimialoittain vuosina 2005–2009.

Vuosi	Kokonaisannos (Sv)								
	Terveydenhuolto		Eläinlääketiede*)	Teollisuus	Tutkimus ja opetus	Radioaktiivisten aineiden valmistus	Muut**)	Ydinenergian käyttö***)	Yhteensä
	Röntgensäteilylle altistuvat*)	Muille säteilylähteille altistuvat							
2005	1,48	0,14	0,06	0,19	0,09			3,42	5,38
2006	1,43	0,14	0,08	0,24	0,08			4,11	6,08
2007	1,37	0,15	0,11	0,26	0,08			2,16	4,13
2008	1,51	0,12	0,11	0,22	0,09			2,76	4,69
2009	1,27	0,09	0,08	0,15	0,06	0,01	0	2,37	4,04

*) Syväannokset ovat yleensä efektiivisen annoksen (riittävän tarkkoja) likiarvoja. Poikkeuksena on röntgensäteilyn käyttö terveydenhuollossa ja eläinlääkinnässä, jossa työntekijät käyttävät henkilökohtaisia säteilysuojaimia ja jossa annos mitataan suojaimen päällä olevalla annosmittarilla. Tällöin efektiivinen annos saadaan jakamalla syväannos tekijällä 10-60.

**) Sisältää toimialat: asennus/huolto/tekninen koekäyttö, kauppa/tuonti/vienti ja palvelut.

***) Suomalaisilla ja ulkomaisilla ydinvoimalaitoksilla työskentelevät suomalaiset sekä suomalaisilla laitoksilla työskentelevät ulkomaiset työntekijät.

Taulukko 13. Eräiden työntekijäryhmien annostietoja (syväannokset) vuodelta 2009.

Työntekijäryhmä	Työntekijöiden lukumäärä	Kokonaisannos (Sv)	Annosten keskiarvo (mSv)		Suurin annos (mSv)
			Kirjauskynnnyksen*) ylittäneet työntekijät	Kaikki annostarkkailussa olleet työntekijät	
Kardiologit ja toimenpidekardiologit**)	190	0,54	3,5	2,8	24,5
Radiologit**)	459	0,25	2,3	0,5	14,9
Toimenpideradiologit**)	31	0,23	8,3	7,3	25,8
Erikoislääkärit***) ***)	296	0,08	2,1	0,3	25,3
Röntgenhoitajat**)	2 355	0,09	0,6	0,0	4,4
Sairaanhoitajat**)	1 134	0,06	0,5	0,1	3,3
Eläinlääkärit**)	195	0,03	1,6	0,2	8,7
Eläintenhoitajat ja avustajat**)	265	0,04	1,3	0,2	12,4
Merkkiainekokeiden tekijät	25	0,04	2,4	1,8	7,9
Materiaalitarkastusten tekijät****)	455	0,09	0,7	0,2	9,3
Tutkijat	657	0,04	1,0	0,1	6,7
Ydinvoimalaitoksissa työskentelevät					
• mekaaniset työt ja konekunnossapitotyöt	706	0,61	1,4	0,9	9,5
• siivous	249	0,28	1,7	1,1	9,9
• materiaalitarkastus	165	0,16	1,3	1,0	7,3
• eristetyöt	62	0,16	3,5	2,7	7,3
• säteilysuojelu	82	0,11	1,6	1,3	8,4
• kiinteistötyöt	314	0,12	1,0	0,4	7,0
• sähkö- ja automaatiotyöt	662	0,20	0,7	0,3	6,1

*) Kirjauskynnys ydinvoimalaitoksissa työskenteleville on 0,1 mSv/kk ja muille 0,1 mSv/kk tai 0,3 mSv/3 kk.

**) Syväannokset ovat yleensä efektiivisen annoksen (riittävän tarkkoja) likiarvoja. Poikkeuksena ovat näiden työntekijäryhmien annokset. Terveystarkkailun ja eläinlääkinnän säteilyn käytössä (röntgensäteily) työntekijät käyttävät henkilökohtaisia säteilysuojaimia, ja annos mitataan suojaimen päällä olevalla annosmittarilla. Tällöin efektiivinen annos saadaan jakamalla syväannos tekijällä 10–60.

****) Sisältää mm. kirurgit, urologit, ortopedit, neuroradiologit ja gastroenterologit.

*****) Muualla kuin ydinvoimalaitoksissa aiheutunut altistus.

Taulukko 14. Merkittävimmät radioaktiiviset pienjätteet kansallisessa varastossa (joulukuu 2009).

Radionuklidi	Aktiivisuus (GBq) tai massa
H-3	13 415
Cs-137	2 467
Kr-85	1 780
Am-241	1 667
Pu-238	1 571
Sr-90	241
Ra-226	232
Co-60	138
Cm-244	97
U-238	1 270 kg

Taulukko 15. STUKiin vuonna 2009 vastaanotetut radioaktiiviset pienjätteet.

Radionuklidi	Aktiivisuus (GBq) tai massa
Kr-85	273
Cs-137	130
Pm-147	52
Am-241 (gammalähteet)	28
Co-60	11,6
H-3	8,9
Am-241 (AmBe-neutronilähteet)	3,5
Fe-55	1,9
Ni-63	1,5
Ra-226	0,83
Sr-90	0,20
C-14	0,14
Co-57	0,04
U-238	181 kg

Taulukko 16. Henkilökohtaisessa säteilyaltistuksen seurannassa olevan lentohenkilöstön määrä ja kokonaisannos (efektiivisten annosten summa) vuosina 2005–2009.

Vuosi	Työntekijöiden lukumäärä		Kokonaisannos (Sv)	
	Lentäjät	Matkustamohenkilöstö	Lentäjät	Matkustamohenkilöstö
2005	739	1 861	1,31	3,80
2006	1 072	2 412	1,73	4,35
2007	1 125	2 583	2,30	5,61
2008	1 206	2 562	2,45	5,93
2009	1 195	2 460	2,68	6,07

Taulukko 17. NIR-yksikön suoritteet vuosina 2000–2009.

Vuosi	Viranomais-tarkastukset	Päätökset	Lausunnot	Kalibroinnit ja testaukset	Turvallisuusarvioinnit ja säteilymittaukset	Yhteensä
2000	17	0	7	31	1	56
2001	23	2	16	27	9	77
2002	36	1	4	31	13	85
2003	49	0	3	23	11	86
2004	55	3	1	30	12	101
2005	66	1	1	25	31	124
2006	48	1	7	17	7	80
2007	64	3	3	33	17	120
2008	67	5	6	46	24	148
2009	108	2	9	31	12	162

Taulukko 18. Solariumien käyttöpaikkatarkastukset vuosina 2000–2009.

Vuosi	Tarkastusten lukumäärä (kpl)
2000	14
2001	17
2002	36
2003	31
2004	30
2005	36
2006	25
2007	31
2008	26
2009	19

Taulukko 19. Matkapuhelimien SAR-testaukset vuosina 2003–2009.

Vuosi	Testien lukumäärä (kpl)
2003	12
2004	18
2005	15
2006	15
2007	15
2008	10
2009	15

Vuonna 2009 valmistuivat seuraavat julkaisut, joissa tekijänä tai tekijöinä oli STO:n tai NIRin työntekijöitä:

Kansainväliset julkaisut

Faulkner K, Järvinen H, Butler P, McLean ID, Pentecost M, Rickard M, Abdullah B. A clinical audit programme for diagnostic radiology: the approach adopted by the International Atomic Energy Agency. In: Optimisation in X-ray and Molecular Imaging. Programme and abstracts. Third Malmö Conference on Medical Imaging, Malmö, Sweden 25–27 June 2009.

Hakanen A, Siiskonen T, Turunen J. Simulated and measured spectral characteristics of ^{137}Cs reference radiation beams. *Radiation Protection Dosimetry* 2009; 133 (2): 81–88. DOI: 10.1093/rpd/ncp021.

Järvinen H. Double Dosimetry with Recommendations. In: Comissariat à L'Énergie Atomique (CEA). Radiation protection dosimetry in medicine. Report of the working group no 9 of the European radiation dosimetry group (Eurados). CEA-R-6220. Gif-Sur-Yvette Cedex: CEA; 2009.

(Hannu Järvinen on ollut kappaleen Double Dosimetry with Recommendations kirjoittaja, vaikka sitä ei erikseen mainita).

Kiljunen T, Tietäväinen A, Parviainen T, Viitala A, Kortensniemi M. Organ doses and effective doses in pediatric radiography: Patient-dose survey in Finland. *Acta Radiologica* 2009; 50 (1): 114–124. DOI: 10.1080/02841850802570561.

Korpela H, Bly R, Vassileva J, Ingilizova K, Stoyanova T, Kostadinova I, Slavchev A. Recently revised DRLs in nuclear medicine in Bulgaria and in Finland. In: Optimisation in X-ray and Molecular Imaging. Programme and abstracts. Third Malmö Conference on Medical Imaging, Malmö, Sweden 25–27 June 2009.

Kännälä S, Toivo T, Alanko T, Jokela K. Occupational exposure measurements of static and pulsed gradient magnetic fields in the vicinity of MRI scan-

ners. *Physics in Medicine and Biology* 2009; 54: 2243–2257.

Lipping T, Rorarius M, Jäntti V, Annala K, Mennander A, Ferenets R, Toivonen T, Toivo T, Värri A, Korpinen L. Using the nonlinear control of anaesthesia-induced hypersensitivity of EEG at burst suppression level to test the effects of radio-frequency radiation on brain function. *Nonlinear Biomedical Physics* 2009; 3:5.

Manninen, P, Koskela T, Ylianttila L, Kärhä P, and Ikonen E, Estimation of the optical receiving plane positions of solar spectroradiometers with spherical diffusers on the basis of spatial responsivity data, *Optics Letters* 2009; 34 (20): 3241–3243.

Puranen L, Toivo T, Toivonen T, Pitkääho R, Turunen A, Sihvonen A-P, Jokela K, Heikkinen P, Kumlin T, Juutilainen J. Space Efficient System for Whole-Body Exposure of Unrestrained Rats to 900 MHz Electromagnetic Fields. *Bioelectromagnetics* 2009; 30: 120–128.

Pöllänen R, Karhunen T, Siiskonen T, Toivonen H, Pelikan A. Deconvolution of alpha spectra from hot particles. In: Oughton, D., Kashparov, V. (eds). *Radioactive Particles in the Environment*. NATO Science for Peace and Security Series C: Environmental Security. Springer 2009, 209–220.

Siiskonen T, Huikari J, Haavisto T, Bergman J, Heselius S-J, Lill J-O, Lönnroth T, Peräjärvi K. Excitation functions of proton-induced reactions in ^{nat}Cu in the energy range 7–17 MeV. *Applied Radiation and Isotopes* 2009; 67: 2037–2039.

Siiskonen T, Huikari J, Haavisto T, Bergman J, Heselius S-J, Lill J-O, Lönnroth T, Peräjärvi K, Vartti V-P. Excitation functions for proton-induced reactions on natural hafnium: Production of ^{177}Lu for medical use. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B*. Doi:10.1016/j.nimb.2009.08.016.

Toivonen T, Toivo T, Puranen L, Jokela K. Specific absorption rate and electric field measurements in the near field of six mobile phone base station antennas. *Bioelectromagnetics* 2009; 30:307–312.

Toni MP, Aubineau-Lanière I, Bovi M, Bordy J-M, Cardoso J, Chauvenet B, Gabris F, Grindborg J-E, Guerra AS, Kosunen A, Oliveira C, Pimpinella M, Sander T, Selbach H-J, Sochor V, Solc J, de Pooter J, van Dijk E. Traceability to absorbed-dose-to-water primary standards in dosimetry of brachytherapy sources used for radiotherapy. XIX IMEKO World Congress, Fundamental and applied metrology, September 6–11, 2009, Lisbon, Portugal.

Toroi P, Nieminen MT, Tenkanen-Rautakoski P, Varjonen M. Determining air kerma from pixel values in digital mammography. *Physics in Medicine and Biology* 2009; 54: 3865–3879. DOI: 10.1088/0031-9155/54/12/017.

Toroi P, Kosunen A. The energy dependence of the response of a patient dose calibrator. *Physics in Medicine and Biology* 2009; 54: N151–N156. DOI: 10.1088/0031-9155/54/9/N02.

STUKin omat tutkimusjulkaisut

Mustonen R, Sjöblom K-L, Bly R, Havukainen R, Ikäheimonen TK, Kosunen A, Markkanen M, Paile W. Säteilysuojelun perussuositukset 2007. Suomenkielinen lyhennelmä julkaisusta ICRP-103. STUK-A235. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2009.

Toroi P. Patient exposure monitoring and radiation qualities in two-dimensional digital x-ray imaging. Academic dissertation. STUK-A239. Helsinki: STUK; 2009.

Valvontaraportit

Havukainen R, Bly R, Markkanen M. Säteilyturvallisuuudesta vastaavan johtajan koulutus Suomessa vuonna 2008. STUK-B 109. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2009.

Rantanen E (toim.). Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta. Vuosiraportti 2008. STUK-B 102. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2009.

Rantanen E (ed.). Radiation Practices. Annual Report 2008. STUK-B 107. Helsinki: STUK; 2009.

Viranomaisohjeet

Suomenkieliset

Säteilyturvallisuus työpaikalla. Ohje ST 1.6. Säteilyturvakeskus (10.12.2009).

Ruotsinkieliset

Användning av kontroll- och analysröntgenapparater. Direktiv ST 5.2. Strålsäkerhetscentralen (26.9.2008).

Handel med strålkällor. Direktiv ST 5.4. Strålsäkerhetscentralen (19.12.2008).

Englanninkieliset käännökset

Trade in Radiation Sources. Guide ST 5.4. STUK (19 Dec. 2008).

The Dose Register and Data Reporting. Guide ST 7.4. STUK (9 Sep. 2008).

Muut julkaisut

Bly R. Optimoituja tutkimuksia ammattitaidolla. *Radiografia* 2009; 1: 15.

Bly R. ICRP 103 kokoa säteilyn käytön suositukset ja ohjeet. *Radiografia* 2009; 3: 10–11.

Bly R. Säteilyn käytön poikkeavat tapahtumat – mitä STUKille pitää ilmoittaa. Kirjassa: Luennot. XXXIII Sädeturvapäivät Tampere-talossa, Tampere 5.–6.11.2009. Tampere: Lege Artis Oy; 2009. s. 10–11.

Lehtinen M. Työntekijöiden säteilyaltistuksen seuranta. *ATS Ydintekniikka* 2009; 3 (vol 38): 6–9.

Merimaa K. Säteilyn lääketieteellisen käytön vaikutukset, UNSCEAR:n raportti. Kirjassa: Luennot. XXXIII Sädeturvapäivät Tampere-talossa, Tampere 5.–6.11.2009. Tampere: Lege Artis Oy; 2009. s. 82–86.

Niemelä Jarkko. Hammas-TT:n laadunvalvonta ja vastuullinen käyttö. Kirjassa: Luennot. XXXIII Sädeturvapäivät Tampere-talossa, Tampere 5.–6.11.2009. Tampere: Lege Artis Oy; 2009. s. 90–94.

Tenkanen-Rautakoski Petra. Uutta STUKin ohjeista, päätöksistä ja selvityksistä. Kirjassa: Luennot. XXXIII Sädeturvapäivät Tampere-talossa, Tampere 5.–6.11.2009. Tampere: Lege Artis Oy; 2009. s. 77–81.

Alara-lehti

Venelampi E. Työpaikkojen radon on mitattava korkean radonpitoisuuden alueilla. Alara 2009; 4: 18–19.

Opinnäytteet

Mäkinen A. Natiiviröntgentutkimuksista väestölle aiheutuvan säteilyannoksen määrittäminen. Röntgenhoitajan opinnäytetyö. Metropolia Ammattikorkeakoulu, 2009.

Toroi P. Ks. STUKin omat tutkimusjulkaisut.

Tiedotteet ja esitteet

Säteilytoiminta ja turvallisuus. (STO:n yleisesite). Helsinki; Säteilyturvakeskus: 2009.

LIITE 3

ST-OHJEET. TILANNE 31.12.2009

Yleiset ohjeet

- ST 1.1 Säteilytoiminnan turvallisuusperusteet, 23.5.2005
- ST 1.3 Säteilylähteiden varoitusmerkinnät, 16.5.2006
- ST 1.4 Säteilyn käyttöorganisaatio, 16.4.2004
- ST 1.5 Säteilyn käytön vapauttaminen turvallisuusluvasta ja ilmoitusvelvollisuudesta, 1.7.1999
- ST 1.6 Säteilyturvallisuus työpaikalla, 10.12.2009
- ST 1.7 Säteilysuojelukoulutus terveydenhuollossa, 17.2.2003
- ST 1.8 Säteilyn käyttöorganisaatiossa toimivien henkilöiden pätevyys ja pätevyyden edellyttämä säteilysuojelukoulutus, 16.4.2004
- ST 1.9 Säteilytoiminta ja säteilymittaukset, 17.3.2008

Sädehoito

- ST 2.1 Sädehoidon laadunvarmistus, 22.5.2003
- ST 2.2 Sädehoitolaitteiden ja -tilojen säteilyturvallisuus, 2.2.2001

Lääketieteellinen röntgentutkimus

- ST 3.1 Hammasröntgenlaitteiden käyttö ja valvonta, 27.5.1999
- ST 3.2 Mammografialaitteet ja niiden käyttö, 13.8.2001
- ST 3.3 Röntgentutkimukset terveydenhuollossa, 20.3.2006
- ST 3.6 Röntgentilojen säteilyturvallisuus, 24.9.2001
- ST 3.7 Mammografiaan perustuva rintasyöpäseulonta, 28.3.2001

Teollisuus, tutkimus, opetus ja kaupallinen toiminta

- ST 5.1 Umpilähteiden ja niitä sisältävien laitteiden säteilyturvallisuus, 7.11.2007
- ST 5.2 Tarkastus- ja analyysiröntgenlaitteiden käyttö, 26.9.2008
- ST 5.3 Ionisoivan säteilyn käyttö fysiikan ja kemian opetuksessa, 4.5.2007
- ST 5.4 Säteilylähteiden kauppa, 19.12.2008

- ST 5.6 Säteilyturvallisuus teollisuusradiografiassa, 17.2.1999
- ST 5.8 Säteilylaitteiden asennus-, korjaus- ja huolto-työ, 4.10.2007

Avolähteet ja radioaktiiviset jätteet

- ST 6.1 Säteilyturvallisuus avolähteiden käytössä, 17.3.2008
- ST 6.2 Radioaktiiviset jätteet ja päästöt, 1.7.1999
- ST 6.3 Säteilyn käyttö isotooppilääketieteessä, 18.3.2003

Säteilyannokset ja terveystarkkailu

- ST 7.1 Säteilyaltistuksen seuranta, 2.8.2007
- ST 7.2 Säteilyaltistuksen enimmäisarvojen soveltaminen ja säteilyannoksen laskemisperusteet, 9.8.2007
- ST 7.3 Sisäisestä säteilystä aiheutuvan annoksen laskeminen, 23.9.2007
- ST 7.4 Annosrekisteri ja tietojen ilmoittaminen, 9.9.2008
- ST 7.5 Säteilytyötä tekevien työntekijöiden terveystarkkailu, 4.5.2007

Ionisoimaton säteily

- ST 9.1 Solariumlaitteiden säteilyturvallisuusvaatimukset ja valvonta, 1.12.2003
- ST 9.2 Pulssitutkien säteilyturvallisuus, 2.9.2003
- ST 9.3 ULA- ja TV-asemien mastotöiden säteilyturvallisuus, 2.9.2003
- ST 9.4 Yleisöesityksissä käytettävien suuritehoisten laserlaitteistojen säteilyturvallisuus, 28.2.2007

Luonnonsäteily

- ST 12.1 Säteilyturvallisuus luonnonsäteilylle altistavassa toiminnassa, 6.4.2000
- ST 12.2 Rakennusmateriaalien ja tuhkan radioaktiivisuus, 8.10.2003
- ST 12.3 Talousveden radioaktiivisuus, 9.8.1993
- ST 12.4 Säteilyturvallisuus lentotoiminnassa, 20.6.2005

STUK-B sarjan julkaisuja

STUK-B 116 Rantanen E (toim.). Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta. Vuosiraportti 2009.

STUK-B 115 Kainulainen E (toim.). Ydinenergian käytön turvallisuusvalvonta. Vuosiraportti 2009.

STUK-B 114 Okko O (ed). Implementing nuclear non-proliferation in Finland. Regulatory control, international cooperation and the Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty. Annual report 2009.

STUK-B 113 Weltner A (toim.). Säteilytilanteisiin ja poikkeaviin tapahtumiin varautuminen. Vuosiraportti 2009

STUK-B 112 Kainulainen E (toim.). Ydinturvallisuus. Neljännesvuosiraportti 4/2009.

STUK-B 111 Safety assessment of Olkiluoto NPP units 1 and 2. Decision of the Radiation and Nuclear Safety Authority regarding the periodic safety review of the Olkiluoto NPP.

STUK-B 110 Kainulainen E (toim.). Ydinturvallisuus. Neljännesvuosiraportti 3/2009.

STUK-B 109 Havukainen R, Bly R, Markkanen M. Säteilyturvallisuudesta vastaavan johtajan koulutus Suomessa vuonna 2008.

STUK-B 108 Kainulainen E (toim.). Ydinturvallisuus. Neljännesvuosiraportti 2/2009.

STUK-B 107 Rantanen E (ed.). Radiation practices. Annual report 2008.

STUK-B 106 Kainulainen E (toim.) Ydinturvallisuus. Neljännesvuosiraportti 1/2009.

STUK-B 105 Kainulainen E (ed.). Regulatory control of nuclear safety in Finland. Annual report 2008.

STUK-B 104 Weltner A (toim.). Säteilytilanteisiin ja poikkeaviin tapahtumiin varautuminen. Vuosiraportti 2008.

STUK-B 103 Mustonen R (toim.). Ympäristön säteilyvalvonta Suomessa. Vuosiraportti 2008. – Strålningsövervakning av miljön i Finland. Årsrapport 2008. – Surveillance of Environmental Radiation in Finland. Annual Report 2008.

STUK-B 102 Rantanen Erkki (toim.). Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta. Vuosiraportti 2008.

STUK-B 101 Kainulainen E (toim.). Ydinenergian käytön turvallisuusvalvonta. Vuosiraportti 2008.

STUK-B 100 Okko O (ed). Implementing nuclear non-proliferation in Finland. Regulatory control, international cooperation and the Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty. Annual report 2008.

STUK-B 99 Kainulainen E (toim.). Ydinturvallisuus. Neljännesvuosiraportti 4/2008.

STUK-B 98 Kainulainen E (toim.). Ydinturvallisuus. Neljännesvuosiraportti 3/2008.

STUK-B 97 Kainulainen E (toim.). Ydinturvallisuus. Neljännesvuosiraportti 2/2008.

STUK-B 96 Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radio-active Waste Management. 3rd Finnish National Report as referred to in Article 32 of the Convention.

STUK-B 95 Rantanen E (ed.) Radiation practices, Annual report 2007.

STUK-B-raportit STUKin verkkosivulla: www.stuk.fi/julkaisut_maaraykset/fi_FI/listaus/?sarja=STUK-B